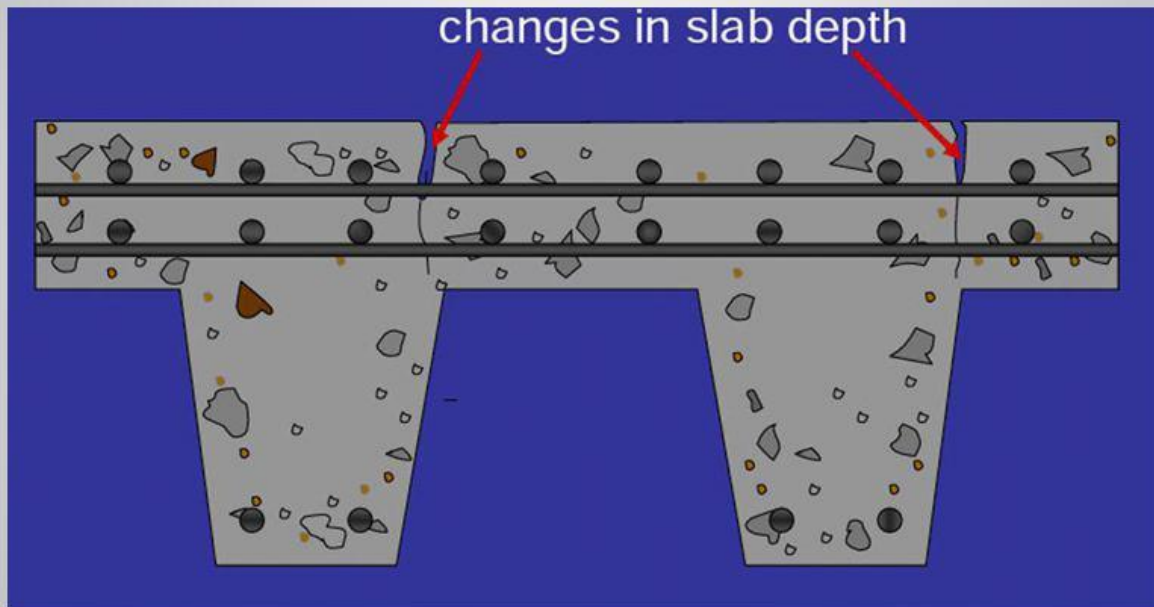




موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزشهای تخصصی عمران و معماری

شناسایی ترکهای غیرسازه ای بتن و راهکارهایی برای مقابله با آن



Educational and Engineering Institute 808
Specialized training in Civil and Architecture

تلفن: ۰۲۱۸۸۲۷۲۶۹۴

www.civil808.com

زمستان
۹۴

مقدمه

حذف درزهای جدا کننده و کنترلی و روشهای ناحیج اجرای اتصالات و درزها آماده سازی زیربنایی (بستر زیر کار) به روش نادرست استفاده از بتن با اسلامپ بالا و یا افزودن آب اضافی هنگام تخلیه به بتن، پرداخت کاری ناحیج وماله کشیدن به روش نادرست عدم عمل آوری به موقع و یا عمل آوری ناکافی و نامناسب و بسیاری عوامل فنی و غیر فنی دیگر سبب میشود که بتن ترک خورده و زمینه برای حمله ها و خرابی های پسین آماده شود. چاره کار و خطرات عدم توجه به ترک های بتن را در این متن مطالعه میکنیم....

علاوه بر تغییر شکلهای ناشی از اعمال تنش در بتن، تغییرات حجم در اثر جمع شدگی و تغییرات دما، از اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار است. در عمل معمولاً این حرکت ها بطور موضعی یا کاملاً مقید میباشند و در نتیجه باعث ایجاد تنش میشوند. بنابراین اگرچه جمع شدگی یا تورم و تغییرات دمایی را بصورت مستقل از تنش در نظر میگیریم، اما متأسفانه ماهیت امر به این سادگی نمیباشد. خطر واقعی پدید آمدن تنشهای کششی، در نتیجه مقید بودن این حرکتهاست زیرا بتن در برابر کشش خیلی ضعیف بوده و مستعد ترک خوردن است باید از ترکها

جلوگیری نمود و ضمن کنترل، مقدار آنها را به کمترین حد ممکن محدود نمود؛ زیرا ترکها به پایایی و یکپارچگی بتن سازه ای آسیب میرسانند و نیز از نظر زیبایی هم مطلوب نیستند.

پایایی بتن یکی از مهمترین خصوصیات آن میباشد، چون لازم است بتن در طول عمر سازه، شرایطی را که برای آن طراحی شده تحمل نماید.

عوامل محیطی خارجی برخاسته از محیط یا عوامل داخلی موجود در بتن، میتوانند باعث کاهش پایایی بتن شوند این عوامل را میتوان به سه دسته فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی تقسیم نمود. عوامل فیزیکی از یخبندان و از تفاوت بین خصوصیات حرارتی سنگدانه ها و خمیر سیمان سرچشمه میگیرند، درحالیکه عوامل مکانیکی اساساً در ارتباط با سایش میباشد همینطور عوامل شیمیایی از قبیل حمله سولفاتها، اسیدها، آب دریا، و همچنین توسط کلرورها که خوردگی الکتروشیمیایی آرماتورهای فولادی را باعث میشود، از این نوع عوامل میباشد از آنجا که حمله در داخل جرم بتن انجام میشود، عوامل تهاجم باید قادر به نفوذ به داخل بتن بوده و بتن نیز نفوذپذیر باشد هدف اصلی متن حاضر کنترل ترکها و محدود نمودن آنهاست که منجر به کاهش نفوذپذیری خواهد شد.

تولید بتنی عاری از هرگونه ترک خوردگی امکان پذیر نمی باشد. اما میزان ترک خوردگی بتن را با رعایت محافظت های اساسی می توان کاهش داد و آن را کنترل کرد.

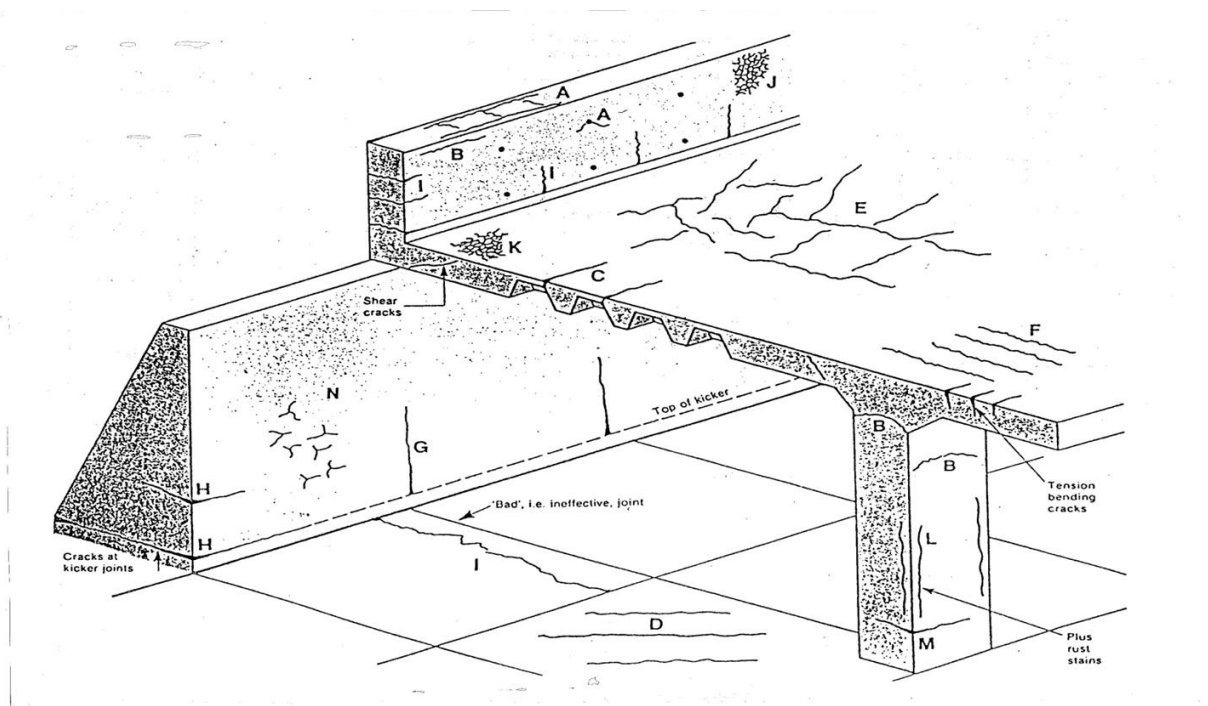
تشخیص ترکها:

ترکها بر مبنای عرض بدینسان دسته بندی میشوند:

* ترک نازک (fine crack): ترکهایی با عرض ۱ میلیمتر

* ترک ضخیم (wide crack): ترکهایی با عرضی بین ۱ تا ۶ میلیمتر

* شکستگی (fracture): ترکهایی با عرض بیش از ۶ میلیمتر

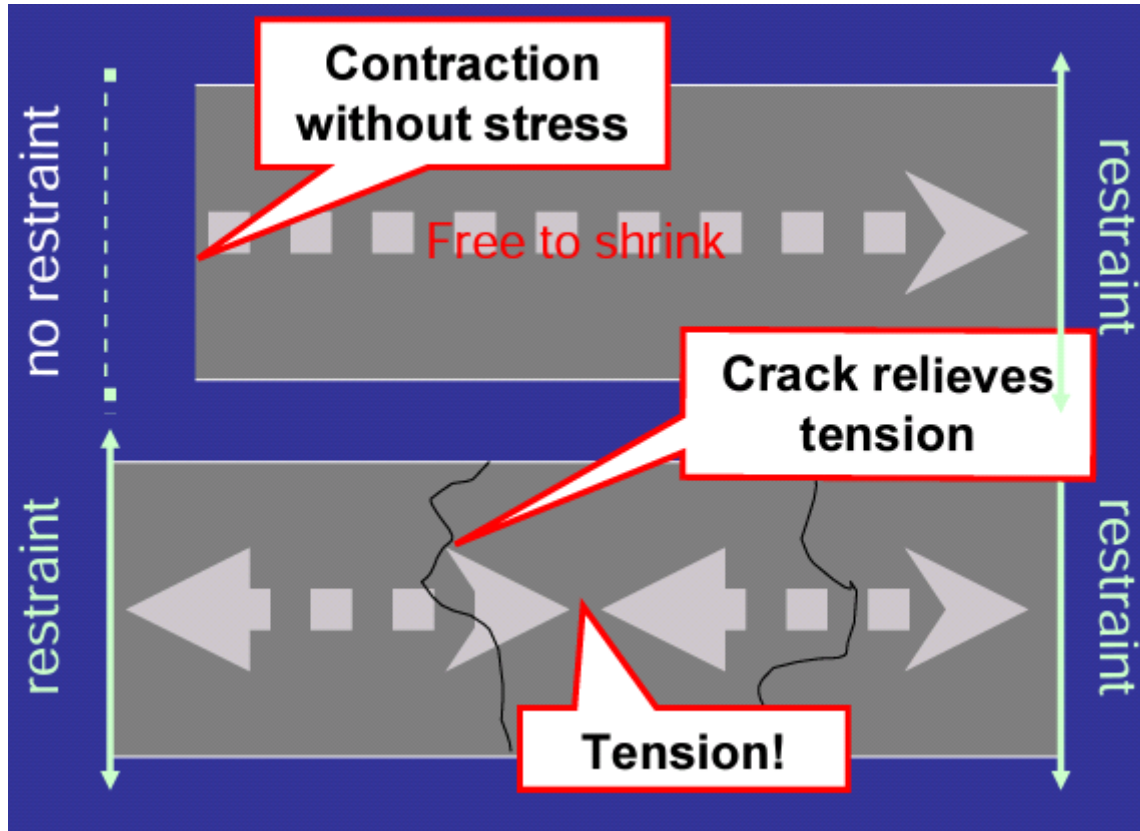


براساس شکل فوق و جدول زیر محل وقوع هر ترک، ویژگی های آن و سایر اطلاعات در خصوص ترمیم آن ارائه میگردد

نوع ترک و زمان مشاهده	کد ترک (براساس شکل بالا)	ویژگی های ترک	عوامل اولیه و ثانویه ایجاد ترک	راهکار مقابله یا کنترل ترک
Plastic settlement (نشست پلاستیک)	A	ترکهایی در بالای میلگردهای مقاطع عمیق نظیر تیرها	آب انداختگی زیاد	کاهش تراوش
زمان مشاهده ترک بین ۱۰ تا ۱۸۰ دقیقه	B	ترکهایی کمانی شکل در ستونها		وبیره مجدد
	C	ترکهایی در مقاطع تیر دال در هنگام تغییر	وضعیت های خشک شدن سریع بتن	افزودن هوا به طرح اختلاط

		عمق مقطع (عموماً در دالهای مشبک)		
انقباض خمیری	D	ترکهای مورب در راه ها و دالها	خشک شدن سریع و زود هنگام	
زمان مشاهده ترک بین ۳۰ تا ۳۶۰ دقیقه است	E	ترکهای بدون شکل مشخص در دالهای بتن آرمه	میزان آب انداختن کم	بهبود بخشیدن عمل آوری اولیه
	F	ترکهای بالای میلگردها در دال	آب انداختن کم بتن و نیز میلگردهای نزدیک به سطح	
انقباض حرارتی	G	ترکهای ناشی از قید خارجی در دیوارهای ضخیم و ستونها	تولید حرارت اضافی و خنک شدن سریع	کاهش دادن حرارت و یا استفاده از عایق
مشاهده این ترک از یک تا سه روز ممکن است متغیر باشد	H	ترکهای ناشی از قید داخلی در دالهای ضخیم	تغییرات دمایی زیاد	
جمع شدگی ناشی از خشک شدن که از هفته ها تا ماه ها ممکن است طول بکشد	I	ترک در دالها و دیوارهای نازک	درزها و کیورینگ ناکارآمد و نیز انقباض بیش از حد	کاهش مقدار آب و بهبود بخشیدن کیورینگ
ترکهای ریز سطحی	J	مجاور قالبها	قالبهای نفوذ ناپذیر، مخلوط های پرسیمان و کیورینگ ضعیف	بهبود بخشیدن کیورینگ و فینیشینگ
زمان مشاهده بین ۱ تا ۷ روز و گاهی بیشتر خواهد بود	K	ترک در دالهایی که از ماله برقی در آنها استفاده شده	اضافه ماله کشی	

در تصویر زیر مدل یک ترک را مشاهده میکنید که وضعیت داخلی بتن را نمایش میدهد؛ در مدل بالایی بعلت خشک و خنک شدن بتن در شرایط با قید خارجی جزئی یا کاملاً غیر مقید، انقباض بتن با هیچ تنش همراه نمیشود. درحالیکه در مدل پایینی بعلت مقید بودن ابتدا تنش و نهایتاً ترک بوجود میآید.



تأثیر مقید بودن بر ترک خوردگی

از آنجائیکه تنش و کرنش با هم بوجود میآیند. هرگونه محدودیتی در تغییر شکل باعث ایجاد تنشهایی متناظر با کرنش مقید شده میشود. کرنش مقید شده درواقع اختلاف بین کرنش در حالت آزاد و کرنش اندازه گیری شده میباشد. اگر اجازه دهیم کرنش مقید شده و تنش متناظر به اندازه ای شوند که مقدار آنها از مقاومت یا ظرفیت کرنشی بتن بیشتر شود. ترک خوردگی بوجود خواهد آمد. از این پس، ترک خوردگی را مبنای تنش و مقاومت بتن مورد بررسی قرار خواهیم داد.

محدودیت و قید میتواند باعث ایجاد فشار یا کشش شود، ولی در بیشتر موارد این کشش است که مسئله ساز میباشد. دو نوع محدودیت یا عبارتی قید داخلی یا خارجی وجود دارند؛ محدودیت های خارجی زمانی بوجود میآیند که توسط اعضای مجاور خارجی یا پی ها از تغییر شکل مقطعی از عضو بتنی بطور کامل یا جزئی جلوگیری شود. محدودیت داخلی هنگامی ایجاد میشود که بین مقاطع مختلف اختلاف دما و رطوبت وجود داشته باشد. گاهی نیز با ترکیبی از محدودیتهای فوق مواجهیم.

برای توضیح نقش محدودیتهای خارجی، مقطعی از یک عضو بتنی کاملاً عایق شده را که در دو انتها نیز کاملاً مقید است و در معرض یک سیکل دمایی قرار دارد در نظر میگیریم. وقتی دما افزایش یابد، از انبساط جلوگیری شده و در نتیجه تنشهای فشاری یکنواختی در مقطع ایجاد میشود؛ این تنشها معمولاً در قیاس با مقاومت فشاری بتن کوچک میباشند. هنگامی که دما پایین میآید و بتن سرد میشود، از جمع شدن بتن جلوگیری شده و لذا ابتدا تنشهای فشاری پسماند خنثی میشوند و با سر شدن بیشتر تنشهای کششی ایجاد میشوند. در این حالت تنشهای کششی میتوانند به اندازه ای بزرگ شوند که از مقاومت کششی بتن تجاوز کنند. در نتیجه در مقطع ترکهایی ایجاد خواهد شد. اگر در بتن حداقل فولاد لازم وجود داشته باشد، باز هم ترک بوجود میآید ولی در چنین حالتی برخلاف بتن غیر مسلح که دارای چند ترک عریض میباشند، ترکها دارای توزیع یکنواخت و عرض کم خواهند بود.

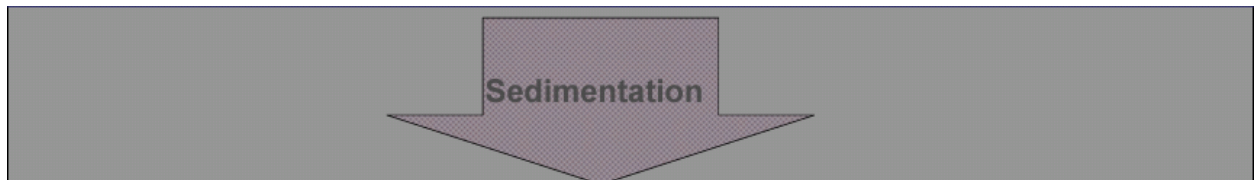
نمونه ای از محدودیت داخلی، بتن حجیم و عایق نشده ای میباشد که در نتیجه هیدراتاسیون سیمان در آن گرما ایجاد میشود. سطح بتن گرما را از دست میدهد و در نتیجه بین مقاطع مختلف اختلاف دما بوجود میآید. از آنجائیکه هیچگونه تغییر مکان نسبی بین قسمتهای مختلف بتن امکان پذیر نیست، کرنش حرارتی مقید شده و تنش ایجاد میشود.

پس از شناخت مکانیزمهای ایجاد ترک و انواع ترکها بصورت اجمالی بهتر است اینک کمی کاملتر هریک را مورد بررسی قرار دهیم:

انواع ترکهای شایع بتن

۱. ترک خوردگی ناشی از انقباض پلاستیک (نوع A)

بوجود آمدن ترک → وجود قید → ایجاد تنش در بتن → رخداد انقباض → حجم بتن تغییر میکند → آب تراوش شده تبخیر میشود

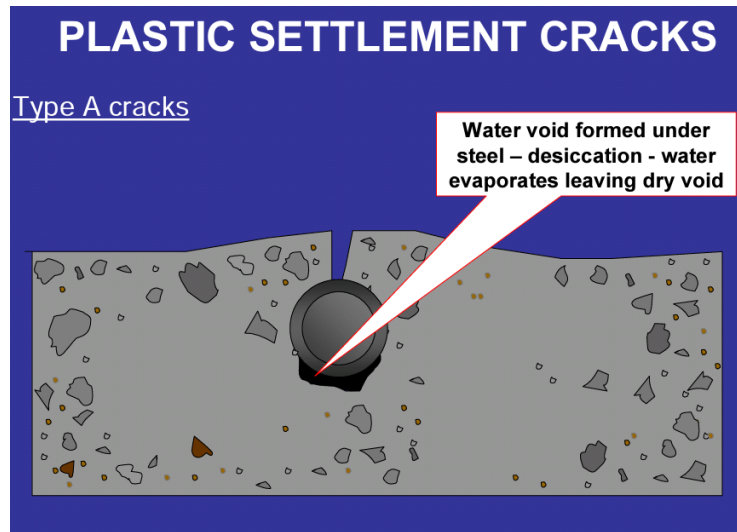


این ترک ناشی از آب انداختن بتن است^۱ و حتی عملیات فشرده سازی مناسب بتن نمیتواند این مسئله را مرتفع کند.

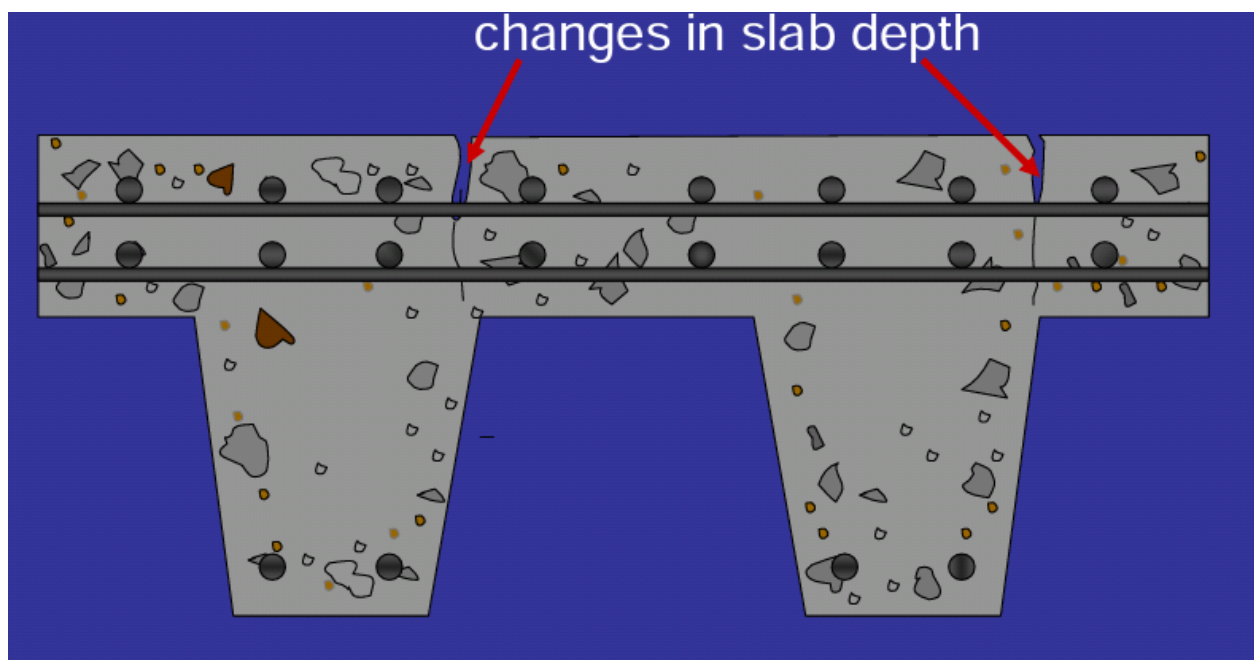
۲. ترک خوردگی ناشی از نشست پلاستیک (نوع A)

مشاهده میشود که در اثر آب انداختن بتن و جمع شدن آب در زیر آرماتورها در اثر خشک شدن و تبخیر آب یک فضای خالی در زیر آرماتور بوجود میآید.

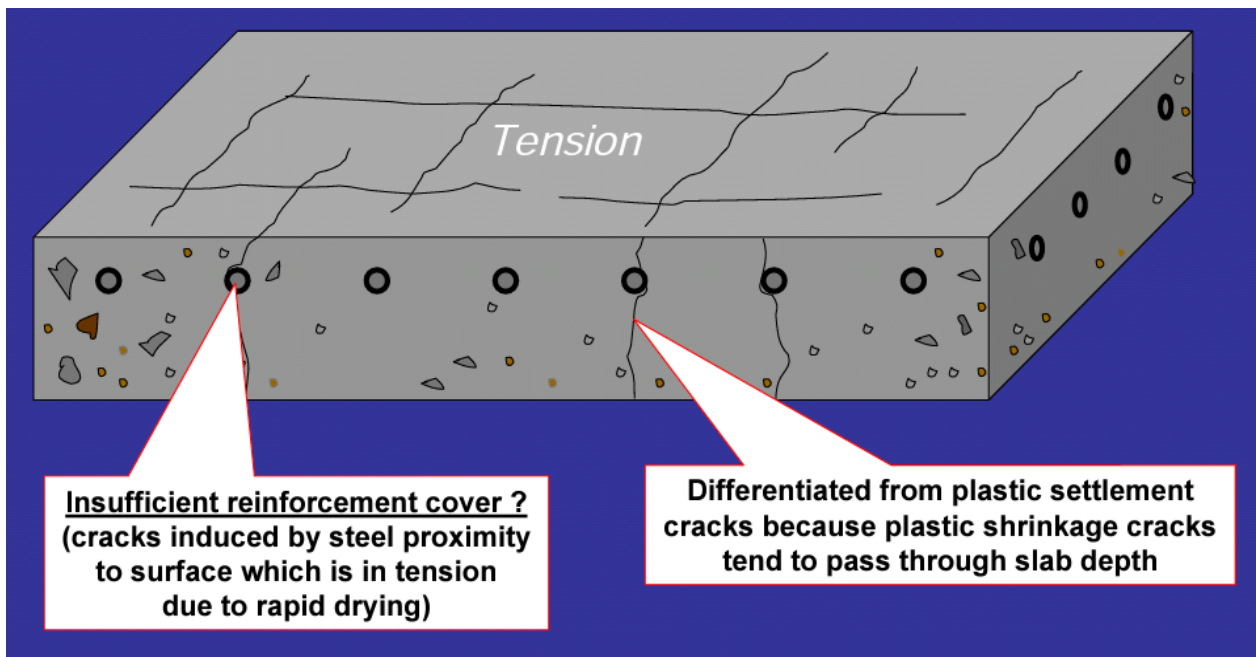
^۱ The phenomenon of water rising to the surface of plastic concrete, caused by gravity pulling heavier particles downward, the latter being known as sedimentation.



مطابق شکل زیر مشاهده میشود که ترکهای ناشی از نشست خمیری علاوه بر مورد فوق در محلهایی رخ میدهد که تغییر عمق داریم این مسئله در دالهای مشبک بسیار معمول است



۳. ترک ناشی از جمع شدگی پلاستیک در روی آرماتورها:



۴. ترکهای حرارتی

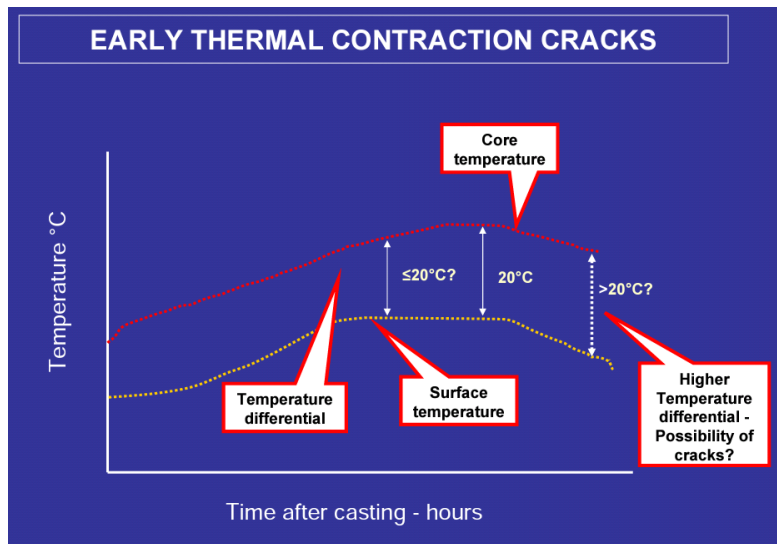
پرسش: چرا ۷۰ درجه سلسیوس ماکزیمم دماست؟

تجربیات گذشته درخصوص بتن حجیم و عمل آوری تسریع شده (Accelerated curing) بعنوان مثال در بتنهای پیش ساخته بیان میکند که کیفیت هیدراتاسیون سیمان در دماهای بالای ۷۰ درجه سانتیگراد کمتر از بتنی است که بصورت نرمال عمل آوری شده، لذا مقاومت مکانیکی کمتری خواهد داشت بعلاوه پدیده ای که بعنوان (DEF) شناخته میشود نیز میتواند دوام بتن را تحت تاثیر قرار دهد

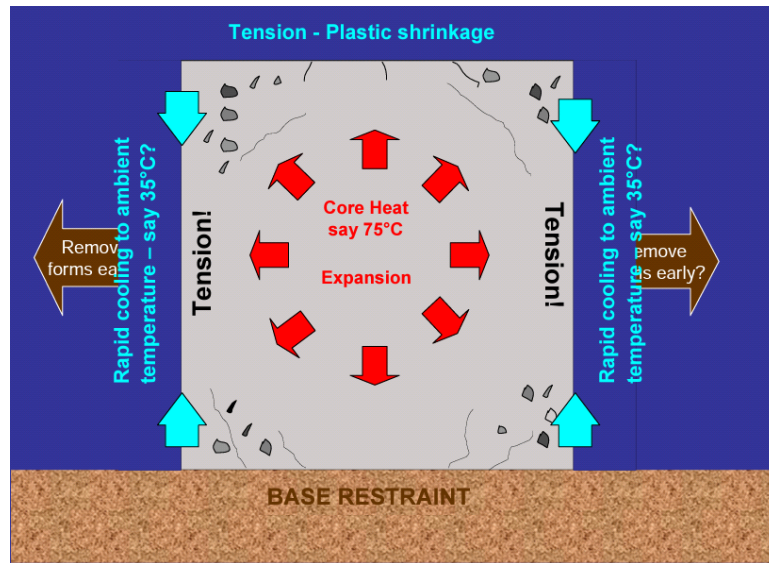
پرسش: چرا لازم است که ماکزیمم اختلاف دما ۲۰ درجه سانتیگراد باشد؟

مواد خام بتن بحالت های متفاوتی در اثر گرما متورم میشوند این مسئله ممکن است به ترکهای بسیارریزی (micro cracking) در هنگامی که ضریب انبساط مربوط به سیمان و سنگدانه ها در بسیاری از موارد تفاوت قابل توجه دارند منجر شود.

اکثر سنگدانه ها میتوانند تاحدودی کرنش حاصل از تغییرات دمایی را جذب کنند (tensile strain capacity) با این حال دمای حداکثری ۲۰ درجه بعنوان یک حد محافظه کارانه ای بر مبنای ضعف اطلاعات ما از ضریب انبساط اسنگدانه های محل اختیار شده است.



شوک حرارتی ناشی از بازکردن سریع قالبها؛ در نتیجه در اثر اختلاف دمایی بالا بین هسته و سطح بتن بواسطه ایجاد تنش شاهد ترک خواهیم بود



مطابق بند ۹-۸-۲ مقررات ملی ساختمان ایران در خصوص اجرای بتن در هوای گرم؛ شرایط آب و هوایی گرم حالتی است که دمای محیط زیاد، رطوبت نسبی کم و سرعت باد زیاد می باشد. این شرایط موجب کاهش کارایی و زمان گیرش، مقاومت فشاری و دوام بتن می شود. بهر حال هرگاه دمای محیط بیشتر از ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی کمتر از ۷۰ درصد است، شرایط هوای گرم صادق است و اقدام به اجرای تدابیر الزامی می باشد.

مطالب زیر شامل متدی هستند که ترکهای حرارتی بتن در سنین اولیه را کاهش میدهند:

۱- بتن ریزی یکپارچه

فواید: موجب یکسان شدن دمای بتن ریخته شده می شود.

مضرات: ملزومات جدیدی را برای کنترل و تولید بتن ایجاد میکند.

۲- بتن ریزی در هنگام شب

مطابق بند ۹-۸-۲-۱ مقررات ملی ساختمان ایران اگر در طول مدت شبانه روز، شرایطی فراهم می شود که هوای گرم محسوب نمی شود و یا از شدت هوای گرم کاسته می شود، توصیه می شود در آن زمان اقدام به بتن ریزی کرد.

فواید: قابل چشم پوشی بوده و بستگی به سرعت و حجم کار و نیز نوع سیمان دارد

مضرات: تدارکات و ملاحظات کار در شب

۳- تاخیر در باز کردن قالبها

فواید: بصورت بسیار چشمگیری مانع از شوک حرارتی به بتن می شود و اجازه میدهد تا خنک شدن یکنواختی پدید آید

مضرات: استفاده مجدد از قالبها را به تاخیر می اندازد

۴- استفاده از روشهای عمل آوری به روش عایقی

فواید: این روش بصورت چشمگیری تغییرات دمایی را کاهش میدهد و موجب یکنواختی افزایش و کاهش دما میگردد.

۵- نصب یک سیستم خنک کننده در بتنهای حجیم

مسئله سودمند بودن این گزینه به کارآمد بودن سیستم خنک کننده ارتباط دارد

مضرات: به نوعی و لخرجی حساب میشود.

۶- کاهش حاشیه مقاومت طرح بتن یا ملاحظه کردن مقاومتهای ۶۰ تا ۹۰ روزه

فواید: سودمندی روش برپایه میزان سیمانی است که کاهش داده میشود

مضرات: مقاومتهای ۲۸ روزه مورد نیاز برای ادامه فعالیتهای و بارهای ضمن ساخت وارد به سازه

۷- استفاده از (Superplasticizing) در اختلاط

فواید: بصورت چشمگیری مقدار سیمان را کاهش میدهند هرچند میزان سودمند بودن این مورد به میزان سیمانی که کاهش میابد وابسته است.

مضرات: تحمیل هزینه های خرید Superplasticizing