خستگی بتن چیست و چه مفهومی دارد ؟

خستگی زمانی نمایان می شود که یک ماده تحت فشار ناشی از کشش مستقیم یا فشرده سازی ، پیچ خوردگی ، خم شدن یا ترکیبی از این اعمال از بین برود. خستگی فلز بیش از یک قرن است که در دست بررسی است و دانش قابل توجهی در مورد آن جمع آوری شده است. اما تحقیقات در مورد خستگی بتن نه تنها پیشرفت چندانی ندارد ، بلکه به طور قابل ملاحظه ای کمتر است. تحقیقات خستگی بتن به دنبال تعیین تأثیر بارهای کششی ، فشاری و خمشی مکرر بر مقاومت و کرنش یا انحراف نهایی بوده است. به نظر می رسد تکرار استرس و نه میزان فشار عامل مهم در خستگی است. آزمایشاتی که برای پیمانکاران بسیار جالب است ، نشان می دهد که قدرت خستگی تحت تأثیر سن و عمل آوری قرار می گیرد. بتنی که با دقت عمل آوری شده و عمر بیشتری دارد ، مقاومت بیشتری در برابر خستگی نسبت به بتن های عمل آوری نشده و جوان دارد. علاوه بر این ، بتن با طرح اختلاط مناسب و نسبت آب به سیمان کم مقاومت خستگی کمی بالاتری دارد .

خستگی بتن چیست ؟

خستگی بتن یک فرایند ترک خوردگی است که منجر به تغییر خواص مواد ماکروسکوپی می شود. به طور خاص ، کاهش سختی پیشرونده و افزایش کرنشهای کل و باقیمانده به عنوان تابعی از تعداد چرخه ها و سطح تنش ایجاد می شود. تأثیر فرآیند خستگی بر رفتار اعضای سازه پیچیده است ، زیرا توزیع مجدد چرخه ای تنش ها در داخل ساختار ایجاد می شود.
سازه هایی مانند پل ها ، باند فرودگاه ، تاسیسات دریایی و خطوط راه آهن اغلب تحت بارهای چرخه ای قرار می گیرند. این بارها می تواند منجر به کاهش مداوم کیفیت سازه و آسیب در سطح خرد شود که در نهایت منجر به خرابی خستگی می شود. با ظهور بتن تقویت شده با الیاف فولادی (SFRC) ، در مقایسه با اعضای ساخته شده از بتن معمولی ، امکان افزایش عملکرد خستگی در سطح سازه ای وجود دارد.

آزمایشات تجربی در سطح مواد نشان می دهد که الیاف فولادی مقاومت در برابر رشد ترک را بهبود می بخشد ، انحراف را کاهش می دهد و عمر خستگی بتن ساده را تحت بار چرخه ای افزایش می دهد. نتایج یک مطالعه تجربی در مورد عملکرد تیرهای SFRC آزمایش شده در خستگی نشان می دهدکه الیاف فولادی با کاهش سطح تنش در آرماتورهای کششی عمر خستگی را در تیرهای SFRC افزایش دادند. تیرهای SFRC همچنین انحرافات کوچکتر و عرض ترک های کوچکتری نسبت به نمونه های کنترلی نشان دادند.

استفاده از الیاف فولادی بازیافتی به عنوان کاهش دهنده خستگی برای روسازی های بتنی ؟

استفاده از الیاف فولادی بازیافتی بازیابی شده پس از مصرف به عنوان تقویت کننده در عملکرد خستگی برای روسازی های بتنی با استفاده از یک برنامه آزمایشی مورد بررسی قرار گرفت و منشورهای بتنی تحت بارهای خمشی چرخه ای قرار گرفتند. به نظر می رسد جایگزینی 2 درصد جرم بتن با یک فیبر بازیافتی ایده آل است که بهترین عملکرد خستگی را ارائه می دهد.

یافته های اصلی این مطالعه در زیر شرح داده شده است :
نمونه هایی که با الیاف بازیافت شده تقویت شده اند می توانند بیشتر عمر کنند
سطوح تنش نسبت به بتن ساده یا برای همان سطح تنش ، عمر طولانی تری دارند این امر به ویژه در مورد مخلوط های معمولی بتن صادق است ، در حالی که برای مخلوط های فشرده غلتکی ، این برای سطوح استرس کمتر از 0.7 صحیح است.

الیاف فولادی در جلوگیری از انتشار ترک های ریز موثرتر است
با توجه به نتایج بدست آمده این واقعیت که الیاف به بهبود عملکرد خستگی بتن کمک می کند تایید شده و نشان می دهد با استفاده از الیاف فلزی در بتن خستگی بتن ممکن است تا 26 درصد کاهش یابد.

تاثیر الیاف فولادی در افزایش عمر خستگی

مقایسه ای بین تیرهای عمیق بتنی مسلح با فولاد تقویت شده با الیاف فولادی و تیرهای عمیق بتنی مسلح انجام شد . یک روش جدید برای برآورد تغییر شکل در بازه برشی هر یک از تیرهای مورد آزمایش استفاده شد. بر اساس نتایج آزمون ، موارد زیر نتیجه گیری می شود:

1. تیرهای عمیق با نسبت عمق دهانه برشی موثر زیر 1.5 (1.25 برای این تحقیق استفاده شد) ممکن است توسط شکست آرماتور طولی به جای شکست آرماتور برشی به مرحله شکست برسد.
2. عمر خستگی تیرهای عمیق بتنی مسلح با آرماتور برشی را می توان با استفاده از الیاف فولادی افزایش داد. که علاوه بر این ، بسته به نسبت تقویت ، تغییر شکل مربوطه با این افزایش کاهش می یابد.
3. استفاده از الیاف فولادی خستگی و تغییر شکل تیرها را در مقایسه با نمونه های فاقد الیاف کاهش می دهد .

مقایسه ویژگی های اساسی بتن معمولی با بتن سبک وزن تقویت شده با الیاف فولادی

	v_f (?)	افت (میلی متر)	F_{FCU} (مگاپاسکال)	f_{fc} (MPa)	f_{ft} (MPa)	E_c (GPa)
FRFLC	0.8	165	44.9	41.9	3.25	22.8
	1.2	145	43.4	37.1	3.35	22.0
	1.6	140	44.2	41.8	3.73	23.7
بتن معمولی		160	69.1	64.7	2.71	37.0

استفاده از الیاف فلزی در بتن مسلح

همپنین تحقیقات نشان می دهد که استفاده از الیاف فلزی در بتن مسلح حداکثر بار خستگی ، عرض ترک اولیه و دامنه تنش اولیه را کنترل می کند ، که تأثیر زیادی بر عمر خستگی دارد.

با افزایش حداکثر بار خستگی ، عرض ترک مورب به سرعت افزایش می یابد .اضافه بار هنگام خستگی یکی از دلایل اصلی شکست خستگی است که منجر به افزایش ناگهانی عرض ترک و دامنه تنش می شود. به جز عملکرد خستگی برشی ، مطالعه عملکرد خستگی خمشی تحت بارهای خستگی ضروری است.

طبق مطالعات قبلی در مورد رفتار خستگی خمشی تیرهای بتن مسلح با الیاف فولادی (SFRC) ، وجود الیاف فولادی می تواند مقاومت در برابر خستگی را در برابر رشد ترک ، کاهش انحراف و افزایش اتلاف انرژی در هنگام خرابی و افزایش عمر خستگی تیرهای SFRC تقویت شده ، افزایش دهد.

این به دلیل اثر مفید SFRC در ناحیه کششی در کاهش سطح تنش میلگردهای کششی است. بنابراین ، با یکپارچگی الیاف فلزی و بتن معمولی ، رفتار خستگی خوب خمشی تیرها روی هم رفته، می تواند چشم انداز خوبی باشد.