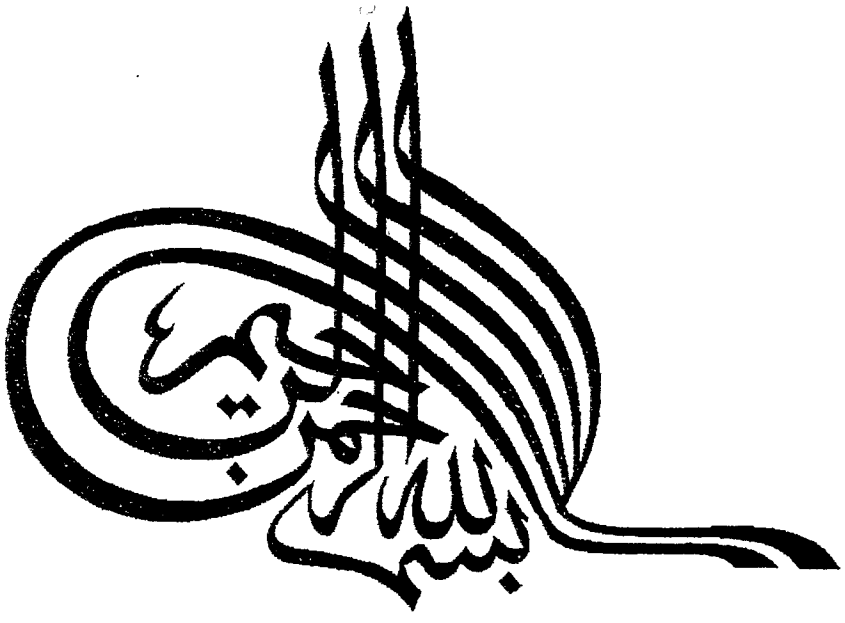

۴۳۸۳۷

۱۳۸۱/۱۱/۲۰
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

دانشگاه مازندران
دانشکده فنی و مهندسی بابل

موضوع:

بررسی رفتار برشی تیرهای بتن مسلح حاوی الیاف فولادی

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی عمران - گرایش سازه

استادان راهنما:
دکتر مرتضی حسینعلی بیگی- دکتر حسین محمدی دوستدار
استاد مشاور:
دکتر سید باقر حسینیان

نگارش: رضا پورمند

۴۵۸۵۷

پاییز ۱۳۸۱

باسمه تعالی

دانشگاه مازندران

معاونت آموزشی

تحصیلات تکمیلی

ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

دانشکده فنی و مهندسی

نام و نام خانوادگی دانشجو: رضا پورمند — شماره دانشجوئی: ۷۹۵۱۳۶۴۰۰۳

رشته تحصیلی: مهندسی عمران - سازه — مقطع: کارشناسی ارشد

سال تحصیلی: نیمسال اول ۸۲-۱۳۸۱

عنوان پایان نامه:

" بررسی رفتار برشی تیرهای بتن مسلح حاوی الیاف فولادی "

تاریخ دفاع: ۱۳۸۱/۷/۲۱

نمره پایان نامه (به عدد): ۱۹٫۸

نمره پایان نامه (به حروف): نوزده و هشت

هیات داوران:

استاد راهنما: دکتر مرتضی حسینعلی بیگی — امضا

استاد راهنما: دکتر حسین محمدی دوستدار — امضا

استاد مشاور: دکتر سید باقر حسینیان — امضا

استاد مدعو: دکتر رحمت مدندوست — امضا

استاد مدعو: دکتر بهرام نوائی نیا — امضا

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی: دکتر عسکر جانعلیزاده — امضا

با تشکر و قدردانی از استادان ارجمند:

جناب آقای دکتر بیگی- جناب آقای دکتر دوستدار

و جناب آقای دکتر حسنیان

تقدیم به پدر و مادرم که...

چکیده:

در این تحقیق ، تأثیر الیاف کوتاه فولادی (و با مقاومت پایین) بر رفتار برشی تیرهای بتنی معمولی و با مقاومت بالا مورد آزمایش قرار گرفت. تغییرات اصلی آزمایش در تغییر فواصل خاموتها و مقدار الیاف در دهانهٔ برشی انتخاب شد. نتایج آزمایش نشان داد که علاوه برآنکه با حفظ مقاومت تیر می توان الیاف را جایگزین قسمتی از خاموتها کرد، به شکل پذیری برشی بیشتری نیز می توان دست یافت. تیرهای مسلح حاوی خاموت و الیاف فولادی (در دهانه های برشی)، در مقایسه با تیرهای مسلح مرسوم، رفتار سخت تری (بویژه دربارهای خدمت) داشتند. همچنین برای افزایش مقاومت برشی ترک خوردگی ، جلوگیری از ترکهای ناگهانی و جذب انرژی مناسب افزودن الیاف فولادی ، مؤثرتر از افزایش خاموتهاست.

فهرست

عنوان	صفحه
فصل ۱ – مزایای استفاده از الیاف فولادی	۱
۱-۱-مقدمه	۱
۱-۲- مزایا و معایب افزودن الیاف	۱
۱-۳- مزایای الیاف فولادی	٤
۱-٤- تأثیرات الیاف فولادی بر خزش و جمع شدگی بتن	٦
۱-٥- صرفه جویی اقتصادی در استفاده از بتن حاوی الیاف فولادی	٦
۱-٦- تأثیر پراکندگی و جهت الیاف فولادی در بتن	۱۰
۱-۷- تکنیکهای ساخت الیاف فولادی	۱۰
۱-۸- نتایج فصل	۱۱
شکلهای فصل	۱۲-۱٦
فصل ۲- بررسی تحقیقات انجام شده	۱۷
۲-۱- مقدمه	۱۷
۲-۲- بررسی رفتار فشاری	۱۹
۲-۳- بررسی رفتار در کشش مستقیم	۲۱
۲-٤- بررسی رفتار درکشش غیرمستقیم (Splitting)	۲٦
۲-٥- بررسی رفتار خمشی	۲۸
۲-٦- بررسی رفتار برشی	۳۷
۲-۷- بررسی رفتار توأم خمشی و برشی	٥٦

عنوان	صفحه
۲-۸- نتایج فصل	٦١
جدولهای فصل	٦٣-٧٤
شکلهای فصل	٧٥-٩٢
فصل ۳- روش اجرای آزمایش تأثیر الیاف فولادی	
در رفتار برشی تیرهای بتنی مسلح	٩٣
۳-۱- مقدمه	٩٣
۳-۲- هدف از آزمایش و تشریح متغیرهای مورد استفاده	٩٣
۳-۳- نحوهٔ اجرای آزمایش	٩٤
۳-۳-۱- سرند کردن شن و ماسه	٩٤
۳-۳-۲- تعیین ضریب نرمی ماسه، وزن مخصوص ماسه و شن و وزن مخصوص فضایی شن	٩٤
۳-۳-۳- آزمایش کششی میلگردها و الیاف	٩٥
۳-۳-۴- تهیه الیاف فولادی	٩٥
۳-۳-۵- طرح اختلاط بتن معمولی و با مقاومت بالا	٩٦
۳-۳-۶- ساخت بتن معمولی و با مقاومت بالا و بررسی تأثیر افزودن الیاف فولادی بر اسلامپ و مقاومت فشاری و کشش غیر مستقیم	٩٧
۳-۳-۶-۱- روند تهیهٔ بتن معمولی الیافی و غیر الیافی	٩٨
۳-۳-۶-۲- روند تهیه بتن مقاومت بالای الیافی و غیر الیافی	٩٨

عنوان	صفحه
۳-۳-۷- طراحی سازه ای تیرها	۹۹
۳-۳-۸- آرماتور بندی و قالب بندی	۱۰۰
۳-۳-۹- بتن ریزی تیرهای آزمایش	۱۰۰
۳-۳-۱۰- عمل آوری تیرها	۱۰۱
۳-۳-۱۱- آزمایش تیرها	۱۰۱
جدولهای فصل	۱۰۳-۱۱۳
شکلهای فصل	۱۱۴-۱۱۶
عکسهای فصل	۱۱۷-۱۱۸
فصل ۴- تشریح یافته های آزمایش	۱۱۹
۴-۱- مقدمه	۱۱۹
۴-۲- بررسی رفتار مقاومت فشاری	۱۱۹
۴-۳- بررسی رفتار مقاومت کششی غیر مستقیم (splitting)	۱۱۹
۴-۴- مقایسهٔ رفتار مقاومت فشاری و کشش غیر مستقیم	۱۲۰
۴-۵- بررسی رفتار بار – خیز تیرها	۱۲۱
۴-۶- بررسی رفتار بار- کرنش خمشی A	۱۲۲
۴-۷- بررسی رفتار بار- کرنش CgB	۱۲۳
۴-۸- بررسی رفتار مقاومت برشی نهائی	۱۲۶

عنوان	صفحه
۴-۹- بررسی الگوهای ترکها	۱۲۷
۴-۱۰- بررسی نحوهٔ ترک خوردگی	۱۲۸
۴-۱۱- نتایج فصل	۱۲۹
۴-۱۱-۱-نتایج این تحقیق	۱۲۹
۴-۱۱-۲-مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیقات دیگر	۱۳۰
جدولهای فصل	۱۳۲
شکلهای فصل	۱۳۳-۱۵۵
عکسهای فصل	۱۵۶-۱۶۱
فصل ۵ – خلاصه و پیشنهادات	۱۶۲
۵-۱- مقدمه	۱۶۲
۵-۲- خلاصهٔ تحقیق	۱۶۲
۵-۳- پیشنهاد برای تحقیقات آینده	۱۶۴
مراجع	۱۶۵

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

فهرست جدولها

عنوان **صفحه**

جدول۲-۱- ویژگیهای مصالح : بتن ، میلگردها و الیاف فولادی (واراکانت و ناگاراج 1992) ۶۳

جدول۲-۲- مشخصات تیرهای بررسی شده (واراکانت و ناگاراج 1992) ۶۳

جدول ۲-۳- نتایج محاسبه شده از داده های آزمایشگاهی (واراکانت و ناگاراج 1992) ۶۴

جدول ۲-۴- نتایج آزمایش سوامی والطاعان (1981)[5] ۶۵

جدول ۲-۵- نتایج کرملینگ و همکاران [5] (1980) ۶۵

جدول ۲-۶- نسبت اختلاط بتن آزمایش (اه 1992) ۶۶

جدول ۲-۷- مشخصات میلگردها و الیاف فولادی (اه 1992) ۶۶

جدول ۲-۸- مشخصات مقطع تیرهای آزمایش (اه 1992) ۶۶

جدول ۲-۹- مشخصات بتن (منصور،انگ و پاراماسیم1986) ۶۶

جدول ۲-۱۰- مشخصات تیرها و خلاصه نتایج آزمایش (منصور،انگ و پاراماسیم1986) ۶۷

جدول ۲-۱۱- مقایسه داده های آزمایش با مقادیر محاسبه شده (منصور،انگ و پاراماسیم1986) ۶۷

جدول ۲-۱۲- مقادیر مسلح کننده های برشی (خاموتها و الیاف) (نارایا نان ودرویش1988) ۶۸

جدول ۲-۱۳- مشخصات تیرها (نارایا نان ودرویش1988) ۶۸

جدول ۲-۱۳- دنباله (نارایا نان ودرویش1988) ۶۸

جدول ۲-۱۴- نتایج آزمایش و مقایسه بین مقاومتهای مشاهده شده و پیشبینی شده (نارایانان و درویش1988) ۶۹

عنوان	صفحه
جدول ۲-۱۴- دنباله (نارایا نان ودرویش1988)	۶۹
جدول ۲-۱۵- مقدار هر یک از مصالح موجود در بتن (kg/m^3) (نقابایی 2 000)	۷۰
جدول ۲-۱۶- نمونه های تیرهای آزمایش (نقابایی 2 000)	۷۰
جدول ۳-۱- تعیین ضریب نرمی ماسه	۱۰۳
جدول ۳-۲- مشخصات مقاومت میلگردها	۱۰۳
جدول ۳-۳- الف- جدول طرح اختلاط بتن معمولی ، تعیین مقدار آب بر حسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	۱۰۴
جدول ۳-۳- ب - جدول طرح اختلاط بتن معمولی ، تعیین نسبت وزنی آب به سیمان	۱۰۵
جدول ۳-۳- ج- جدول طرح اختلاط بتن معمولی ، تعیین حجم فضایی شن	۱۰۵
جدول ۳-۴- مقدار مصالح موجود در یک متر مکعب بتن معمولی و مقاومت بالا	۱۰۶
جدول ۳-۵- مقادیر اسلامپ و مقاومت های نمونه های فشاری و کششی غیر مستقیم بتن معمولی	۱۰۶
جدول ۳-۶- مقادیر اسلامپ و مقاومت های نمونه های فشاری وکششی غیر مستقیم بتن مقاومت بالا	۱۰۶
جدول ۳-۷- الف- نحوه دسته بندی تیرهای بتن معمولی	۱۰۷
جدول ۳-۷- ب- نحوه دسته بندی تیرهای بتن مقاومت بالا	۱۰۷
جدول ۳-۸- داده های آزمایش تیر NS75V0	۱۰۷
جدول ۳-۹- داده های آزمایش تیر NS75V0.5	۱۰۸
جدول ۳-۱۰- داده های آزمایش تیر NS75V1	۱۰۸
جدول ۳-۱۱- داده های آزمایش تیر NS60V0	۱۰۹

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱۲- داده های آزمایش تیر NS60V0.5	۱۰۹
جدول ۳-۱۳- داده های آزمایش تیر NS60V1	۱۱۰
جدول ۳-۱۴- داده های آزمایش تیر HS75V0	۱۱۰
جدول ۳-۱۵- داده های آزمایش تیر HS75V0.5	۱۱۱
جدول ۳-۱۶- داده های آزمایش تیر HS75V1	۱۱۱
جدول ۳-۱۷- داده های آزمایش تیر HS60V0	۱۱۲
جدول ۳-۱۸- داده های آزمایش تیر HS60V0.5	۱۱۲
جدول ۳-۱۹- داده های آزمایش تیر HS60V1	۱۱۳
جدول ۴-۱- ممان ترک خوردگی همراه با مقادیر نظیر آن در کرنش سنج A	۱۳۲
جدول ۴-۲- برش ترک خوردگی همراه با مقادیر نظیر آن در کرنش سنج C , B	۱۳۲
جدول ۴-۳- برش نهائی	۱۳۲

فهرست شکلها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- کرنش گسیختگی ملات سمان حاوی الیاف شیشه ای [14] ۱۲

شکل ۱-۲- تأثیر حجم الیاف بر کرنش ترک خوردگی ملات سمان حاوی الیاف فولادی و کربنی [14] ۱۲

شکل ۱-۳- رابطه بین تنش ترک خوردگی و تنش گسیختگی ملات سمان حاوی الیاف فولادی [14] ۱۲

شکل ۱-۴- نمودار منحنی های تنش کرنش کششی بتن حاوی الیاف شیشه ای [14] ۱۳

شکل ۱-۵- تغییرات چقرمگی نسبت به بتن حاوی الیاف فولادی، شیشه ای و پلی پروپیلن [14] ۱۴

شکل ۱-۶- تأثیر حجم و فاصله مؤثر الیاف بر قابلیت جذب انرژی بتن حاوی الیاف فولادی[14] ۱۴

شکل ۱-۷- تأثیر بعد نسبی الیاف بر مدول دینامیکی بتن حاوی الیاف فولادی[14] ۱۴

شکل ۱-۸- نمودار منحنی های خمشی ملات سیمان حاوی الیاف فولادی[14] ۱۵

شکل ۱-۹- نمودار مقاومت برشی بتن غیر مسلح و بتن مسلح با حجمهای مساوی الیاف فولادی یا پروپیلن [14] ۱۵

شکل ۱-۱۰- نیم خانه‌های رین ورس که ساخت دیوارهای خارجی اتصال دهنده آنها با بتن پاشی الیافی صورت گرفت.[3] ۱۶

شکل ۱-۱۱- روند بریدن ورقها به منظور تهیه الیاف فولادی[3] ۱۶

شکل ۱-۱۲- روند استخراج از مخلوط گذاره ها به منظور تهیه الیاف فولادی[3] ۱۶

شکل ۲-۱- منحنی های تنش – کرنش فشاری بتن مسلح شده با الیاف فولادی (شاه 1987) ۷۱

شکل ۲-۲- تأثیر حجم نسبی الیاف بر منحنی تنش- کرنش فشاری[1] ۷۱

شکل ۲-۳- تأثیر بعد نسبی الیاف بر منحنی تنش- کرنش فشاری[1] ۷۱

شکل ۲-۴- منحنی های ایده ال شده تنش – کرنش فشاری SFRC (ازلدین وبالاگیورو1992) ۷۲

شکل ۲-۵- منحنی های تنش-کرنش کششی ملاتهای مسلح با 1.73% الیاف فولادی نسبت به حجم (شاه 1987) ۷۲

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۶- تیپ منحنی بار کششی نسبت به تغییر مکان ملات مسلح با الیاف فولادی (ویسالوانیچ و نعمان 1983) ۷۳

شکل ۲-۷- نمودار نرمال شده تنش - تغییر مکان ملات مسلح با الیاف فولادی در کشش(ویسالوانیچ و نعمان 1983) ۷۳

شکل ۲-۸- نمودار ایده ال شده تنش- کرنش کششی مستقیم SFRC [4] ۷۴

شکل ۲-۹- فرضیات تحلیل تیرهای بتنی مسلح حاوی الیاف فولادی (هناگر و دوهرتی 1976) ۷۵

شکل ۲-۱۰ مقطع تیرهای بتنی مسلح (واراکانت و ناگاراج 1992) ۷۵

شکل۲-۱۱-الف- نمودار ممان آزمایشگاهی نسبت به خیز مرکزی (واراکانت و ناگاراج 1992) ۷۵

شکل ۲-۱۱-ب- نمودار ممان آزمایشگاهی نسبت به ا نحناء (واراکانت و ناگاراج 1992) ۷۶

شکل ۲-۱۱- ج- نمودار ممان آزمایشگاهی نسبت به کرنش فولاد(واراکانت و ناگاراج 1992) ۷۶

شکل۲-۱۲- نحوه قرارگیری دستگاههای اندازه گیری بر تیرهای آزمایش(اه 1992) ۷۶

شکل ۲-۱۳- منحنی بار- خیز تیرهای گروه ۱ (تیرهای مسلح شده به صورت منفرد $\rho = 0.4\rho_b$) (اه 1992) ۷۷

شکل ۲-۱۴- منحنی بار- خیز تیرهای گروه ۲ (تیرهای مسلح شده به صورت منفرد $\rho = 0.65\rho_b$) (اه 1992) ۷۷

شکل ۲-۱۵- منحنی بار- خیز تیرهای گروه ۱ (تیرهای مسلح شده به صورت دوبل) (اه 1992) ۷۷

شکل ۲-۱۶- منحنی های بار- کرنش بتن تیرهای گروه ۲ (اه 1992) ۷۸

شکل۲-۱۷- منحنی های بار – کرنش بتن تیرهای گروه ۳ (اه 1992) ۷۸

شکل۲-۱۸- تأثیر الیاف فولادی بر کاهش عرض ترکهای تیرهای مسلح شده به صورت منفرد (گروه ۲) (اه 1992) ۷۸

شکل۲-۱۹- تأثیر الیاف فولادی بر کاهش عرض ترکهای تیرهای مسلح شده به صورت دوبل (گروه۳) (اه 1992) ۷۹

شکل ۲-۲۰-تأثیر الیاف فولادی بر فواصل عرض ترکهای تیرهای مسلح شده به صورت منفرد (گروه۲) (اه 1992) ۷۹

شکل ۲-۲۱- تأثیر الیاف فولادی بر فواصل عرض ترکهای تیرهای مسلح شده به صورت دوبل (گروه۳)](اه 1992) ۷۹