بسم الله الرحمن الرحیم

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران، گرایش راه و ترابری

کاربرد نانو تکنولوژی در مقاوم سازی پل‌ها و اثر آن بر حجم ترافیک و ظرفیت راه‌ها

دانشجو:

فرید متدین

استاد راهنما:

دکتر ناصر پورمعلم

استاد مشاور:

دکتر مهدی سریع‌کار

شهریور ۹۰

این مجموعه را تقدیم می‌کنم به :

پدر مهربانم

که آرزویم مثل او بودن است.

مادر مهربانم

که نخستین معلم زندگی‌ام است.

با نهایت سپاس و قدردانی از :

جناب آقای دکتر ناصر پورمعلم

راهنمایی‌های ارزنده ایشان در جریان تحقیق راه‌گشای

اینجانب در به انجام رساندن آن بوده است.

جناب آقای دکتر مهدی سریع‌کار

زحمات بی‌دریغ ایشان در مشاوره این

پایان‌نامه فراموش ناشدنی است.

و همه عزیزانی که مرا در به انجام رساندن این تحقیق یاری نمودند.

چکیده

امروزه، جابجایی کالا و مسافر یکی از نیازهای اساسی زندگی بشر بوده و بسته به مسافت جابجایی، نوع کالا و سلیقه مسافر، این جابجایی می تواند جاده ای ، ریلی، آبی و یا هوایی باشد.
حمل و نقل جاده ای معمولاً در دسترس ترین و اقتصادی ترین سیستم حمل و نقل بوده و نیاز به بهبود کیفیت، سرویس دهی، بازسازی راههای موجود و احداث راههای جدید، همیشه مطرح بوده است. ابنیه فنی راه از جمله سازه هایی هستند که در راهسازی اهمیت ویژه ای دارند. پلها یکی از پرکاربرد ترین ابنیه راه هستند. با توجه به هزینه های سنگین صرف شده برای اجرای ابنیه بتنی راه، به خصوص پلها، مسئله نگهداری دقیق این سازه ها در برابر آب و باد و یخبندان از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بازسازی از سالهای دور به طرق گوناگون انجام می گرفته است، در ابتدا به کمک مخلوطی از آهک، سازه ها را ترمیم می کردند. با شکل گرفتن تکنولوژی سیمان و بتن اقدام به مرمت سازه با استفاده از سیمان نمودند. سپس استفاده از چسب بتن و کامپوزیت ها مرسوم شد. بزگترین مشکل استفاده از این روش ها، پر هزینه و سخت بودن اجرای آنها می‌باشد.با توسعه فناوری نانو، استفاده از فن آوری این محصولات به علت داشتن خواص ویژه ، نظیر ارزان بودن قیمت، مقاومت بسیار بالا، پایداری نسبت به مواد سنتنی می توانند بهترین راه کار باشند. به دلیل اینکه، نانو مواد، شکسته نمی‌شوند، برش نمی‌خورند و تغییر شکل دادن آنها تقریباً صفر است.در این پایان نامه با افزودنNanoCX۱ و NanoCX۸۰۰خصوصیات بتن پلها از جمله استحکام و مقاومت در برابر خوردگی و نفوذ آب را با حالتی که از این مواد استفاده نمی شود، مورد مقایسه قرار خواهد گرفت. در این آزمایشها از دو نوع بتن استفاده شده است: یکی بتن سبک فاقد ریزدانه، دیگری بتن معمولی با دانه بندی استاندارد ملی . با توجه به آزمایشات انجام گرفته مشخص شد، بتن اصلاح شده با نانو مواد، مقاومت فشاری و بالاتری نسبت به بتن اصلاح نشده دارد. همچنین جذب آب بتن اصلاح شده بسیار کمتر از بتن اصلاح نشده خواهد بود. همچنین بتن اصلاح شده در مقابل مواد خورنده بسیار مقاوم تر است. بنابراین می توان با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی، مقاومت فشاری بتن پلهای بتنی را افزایش داد و به تبع آن، عمر پلها را افزایش داده و حجم ترافیک عبوری و ظرفیت باربری پلها را نیز زیاد کرده و ظرفیت باربری و تردد راه ها را نیز افزایش داد. همچنین با افزایش عمر پلها و عدم نیاز به تخریب و بازسازی آنها، هزینه استهلاک وسایل نقلیه کاربران راه نیز کاهش خواهد یافت.

کلمات کلیدی :
به فارسی: نانومواد، مقاومت ، ظرفیت، تردد،پل.
انگلیسی :bridge-traffic- strength- capacity - Nano materials

فهرست

فصل اول: مقدمه و معرفی ۱
۱-۱. مقدمه ۲
۱-۲. اهمیت موضوع ۲
۱-۳. مشکلات اجرایی و راه حل‌های پیش رو ۳
۱-۴. ساختار تحقیق ۶
فصل دوم: اصول و مبانی کاربردی ۷
۲-۱. مقدمه ۸
۲-۲. راه و راهسازی ۸
۲-۲-۱. درجه بندی راه ها ۸
۲-۲-۱-۱. آزاد راه ۹
۲-۲-۱-۲. بزرگراه ۱۰
۲-۲-۲. اصطلاحات ترافیکی راه ۱۰
۲-۲-۲-۱. حجم ترافیک ۱۰
۲-۲-۲-۲. ظرفیت راه ۱۱
۲-۲-۲-۳. سطح سرویس راه ۱۱
۲-۲-۲-۳-۱. بزرگراه‌های دوخطه برون شهری ۱۱
۲-۲-۲-۳-۲. بزرگراه های چند خطه برون شهری ۱۳
۲-۲-۳. اجزای راه ۱۴
۲-۲-۳-۱. تعریف روسازی ۱۴
۲-۲-۳-۲. هدف از روسازی ۱۵
۲-۲-۳-۲-۱. عمر روسازی ۱۵
۲-۲-۳-۲-۱-۱. عمر طراحی ۱۵
۲-۲-۳-۲-۱-۲. عمر بهر ه برداری ۱۶

۲-۲-۳-۲-۱-۳. مدیریت روسازی راه ۱۶
۲-۲-۳-۳. عملکرد روسازی ۱۶
۲-۲-۳-۳-۱. مقاومت در مقابل تنش ۱۷
۲-۲-۳-۳-۲. کاهش تنش برای لایه های زیرین ۱۷
۲-۲-۳-۴. لایه های روسازی و خواص کلی آنها ۱۸
۲-۲-۳-۴-۱. بستر روسازی ۱۸
۲-۲-۳-۴-۱-۱. خاکریزی‌ها ۱۸
۲-۲-۳-۴-۱-۲. خاکبرداری ها ۱۹
۲-۲-۳-۴-۲. زیراساس ۱۹
۲-۲-۳-۴-۳. اساس ۲۱
۲-۲-۳-۴-۴. قشرهای آسفالتی ۲۱
۲-۲-۳-۴-۴-۱. بیندر ۲۳
۲-۲-۳-۴-۴-۲. توپکا ۲۳
۲-۲-۳-۴-۴-۳. شانه راه ۲۴
۲-۲-۳-۵. انواع روسازی ۲۴
۲-۲-۳-۵-۱. روسازی سخت یا بتنی (بتن سیمانی) ۲۴
۲-۲-۳-۵-۲. روسازی انعطاف پذیر یا آسفالتی ۲۴
۲-۲-۳-۵-۳. روسازی مختلط ۲۵
۲-۲-۴. ابنیه فنی راه ۲۷
۲-۲-۴-۱. تونل ۲۷
۲-۲-۴-۲. کانال ۲۸
۲-۲-۴-۳. آبرو ۲۸
۲-۲-۴-۴. دیوار حائل ۲۸
۲-۲-۴-۵. دیوار سیل بند ۳۰
۲-۲-۴-۶. پل ۳۰

۲-۲-۴-۶-۱. تاریخچه ساخت پل ۳۰
۲-۲-۴-۶-۲. انواع پل ۳۱
۲-۲-۴-۶-۲-۱. پل‌های چوبی ۳۱
۲-۲-۴-۶-۲-۲. پل‌های سنگی ۳۱
۲-۲-۴-۶-۲-۳. پل‌های فلزی ۳۱
۲-۲-۴-۶-۲-۴. پل‌های بتنی ۳۱
۲-۲-۴-۶-۲-۴-۱. پل‌های بتن مسلح ۳۲
۲-۲-۴-۶-۲-۴-۲. پل‌های بتنی پیش تنیده ۳۲
۲-۳. بتن ۳۳
۲-۳-۱. مواد تشکیل دهنده بتن ۳۳
۲-۳-۱-۱. سیمان ۳۴
۲-۳-۱-۱-۱. ترکیبات شیمیایی سیمان ۳۴
۲-۳-۱-۲. آب ۳۵
۲-۳-۱-۳. مقدار آب مصرفی ۳۵
۲-۳-۱-۴. عمل‌آوری ۳۵
۲-۳-۱-۵. سنگدانه‌ها ۳۶
۲-۳-۱-۶. اندازه دانه های سنگی ۳۶
۲-۳-۱-۷. کانی‌های مهم ۳۶
۲-۳-۲. افزودنی‌های بتن ۳۷
۲-۳-۲-۱. افزودنی‌های شیمیایی بتن ۳۷
۲-۳-۲-۱-۱. حباب ساز ۳۷
۲-۳-۲-۱-۲. کاهنده آب (روان کننده) ۳۸
۲-۳-۲-۱-۳. دیرگیرکننده ۳۸
۲-۳-۲-۱-۴. زود گیر کننده ۳۸
۲-۳-۲-۱-۵. فوق روان کننده ۳۹

۲-۳-۲-۲. افزودنیهای معدنی بتن ۳۹
۲-۳-۲-۲-۱. دوده سیلیسی ۳۹
۲-۳-۲-۲-۲. خاکستر بادی ۴۰
۲-۴. عوامل موثر بر آسیب دیدگی بتن ۴۰
۲-۴-۱. ترک در بتن ۴۱
۲-۴-۲. واکنش قلیایی بتن ۴۱
۲-۴-۳. فرسایش ۴۲
۲-۴-۴. خلا زایی ۴۳
۲-۴-۵. نفوذ پذیری ۴۴
۲-۴-۶. سایر عوامل ۴۵
۲-۵. فناوری نانو ۴۶
۲-۵-۱. تاریخچه فناوری نانو ۴۶
۲-۵-۲. کاربردهای فناوری نانو ۴۸
۲-۵-۳. فناوری نانو در راه‌سازی ۴۸
فصل سوم : نوآوری های فرآیند تحقیق ۵۱
۳-۱. پیشگفتار ۵۲
۳-۲. مروری بر سوابق مطالعاتی ۵۲
۳-۲-۱. ویژگی‌های نانو مواد ۵۳
۳-۲-۲. دسته بندی نانو مواد ۵۵
۳-۲-۲-۱. تقسیم بندی بر اساس شکل ۵۵
۳-۲-۲-۱-۱. نانو لوله ۵۵
۳-۲-۲-۱-۲. نانو ذرات ۵۶
۳-۲-۲-۲. تقسیم بندی بر اساس اندازه ۵۷
۳-۲-۳. کاربردهای نانوفناوری در بهبود خواص بتن ۵۸
۳-۲-۳-۱. تحقیقات داخل کشور ۵۹

۳-۲-۳-۲. تحقیقات خارج از کشور ۶۱
۳-۲-۳-۲-۱. تحقیقات سال۲۰۰۴ ..... ۶۱
۳-۲-۳-۲-۲. تحقیقات سال۲۰۰۵ ..... ۶۳
۳-۲-۳-۲-۳. تحقیقات سال۲۰۰۶ ..... ۶۴
۳-۲-۳-۲-۴. تحقیقات سال۲۰۰۷ ..... ۶۶
۳-۲-۳-۲-۵. تحقیقات سال۲۰۰۸ ..... ۷۱
۳-۲-۳-۲-۶. تحقیقات سال ۲۰۰۹ ..... ۷۳
۳-۲-۳-۲-۷. تحقیقات سال۲۰۱۰ ..... ۷۳
۳-۲-۴. معرفی مواد جدید به کار رفته در بتن ۷۵
۳-۲-۴-۱. اهمیت نانوفناوری ۷۵
۳-۲-۴-۱-۱. نزدیک شدن ابعاد ماده به اندازه های مولکولی و اتمی ۷۶
۳-۲-۴-۱-۲. نسبت سطح به حجم بالا در مواد نانو ۷۷
۳-۲-۴-۱-۳. کاهش مرز بین ذرات ۷۸
۳-۲-۴-۱-۳. جمع بندی ۷۹
۳-۲-۴-۲. Nano CX۱ (ترمیم کننده سطوح بتنی) ۸۰
۳-۲-۴-۲-۱. طریقه استفاده از Nano CX۱ ..... ۸۱
۳-۲-۴-۲-۲. مشخصات فنی Nano CX۱ ..... ۸۲
۳-۲-۴-۳. Nano Cx۸۰۰ (عایق بتن در مقابل نفوذآب) ۸۲
۳-۲-۴-۳-۱. طریقه استفاده از Nano CX ۸۰۰ ..... ۸۴
۳-۲-۴-۳-۲. مشخصات فنی Nano CX۸۰۰ ..... ۸۵
۳-۲-۴-۴. Nano FX۲۰۰۰ (نشت گیر آنی بتن) ۸۵
۳-۲-۴-۵. Nano mix(فوق روان کننده بتن) ۸۶
۳-۲-۵. به کار گیری فن آوری نانودر تولید بتن ضدآب ۸۷
۳-۲-۵-۱. تکنولوژی بازسازی ۸۸
۳-۲-۵-۱-۱. روش استفاده از کامپوزیت ها ۸۸

۳-۲-۵-۱-۲. مقاوم نمودن با هایبریدهای کربن و الیاف کربن ۸۹
۳-۲-۵-۱-۲. استفاده از محصولات نانوتکنولوژی ۸۹
۳-۳. بهسازی و مقاوم سازی پل‌ها ۹۰
۳-۳-۱. استراتژی نگهداری در سیستم مدیریت پل ۹۰
۳-۳-۲. معرفی پلI-۳۵w ۹۱
۳-۳-۳. بازرسی عمومی پل‌ها در ایالات متحده ۹۳
۳-۳-۴. بهسازی و مقاوم سازی پل‌های ایران ۹۴
فصل چهارم: آمار، اطلاعات و طبقه بندی آنها ۹۵
۴-۱. پیشگفتار ۹۶
۴-۲. آزمایشهای بتن ۹۶
۴-۲-۱. آزمایش مقاومت فشاری ۹۶
۴-۲-۲. آزمایش‌های تعیین دوام بتن در برابر خوردگی میلگردها ۹۶
۴-۲-۲-۱. آزمایش جذب آب لحظه ای (کوتاه مدت)وحجمی(دراز مدت) ۹۷
۴-۲-۲-۲. آزمایش جذب آب سطحی ۹۸
۴-۲-۲-۳. آزمایش جذب آب موئینه بتن ۹۸
۴-۲-۲-۴. آزمایش مقاومت الکتریکی بتن ۹۹
۴-۲-۲-۵. آزمایش نیم پیل (Half Cell) ۱۰۲
۴-۲-۲-۶. آزمایش تعیین عمق نفوذ یون کلر ۱۰۳
۴-۲-۲-۷. آزمایش تعیین پروفیل یون کلر و تعیین ضریب نفوذ ۱۰۳
۴-۲-۲-۸. آزمایش درجه نفوذ (مقاومت) بتن در برابر یون کلر ۱۰۴
۴-۲-۲-۹. آزمایش شاخص الکتریکی قابلیت مقابله بتن در برابر نفوذ یون کلر ۱۰۴
۴-۳. متغیرها ۱۰۶
۴-۴. نحوه برداشت اطلاعات و آزمایشهای مربوطه ۱۰۶
۴-۴-۱. مقاومت فشاری ۱۰۶
۴-۴-۱-۱. روش استفاده از نانو مواد ۱۰۷

۴-۴-۱-۲. نتایج مقاومت فشاری ۱۰۷
۴-۴-۱-۲-۱. مقاومت فشاری بتن سبک فاقد ریزدانه ۱۰۸
۴-۴-۱-۲-۲. مقاومت فشاری بتن معمولی ۱۰۸
۴-۴-۲. جذب آب لحظه ای ۱۰۸
۴-۴-۲-۱. جذب آب لحظه ای بتن سبک فاقد ریز دانه ۱۰۹
۴-۴-۲-۲. جذب آب لحظه ای بتن معمولی ۱۰۹
۴-۴-۳. جذب آب حجمی ۱۱۰
۴-۴-۳-۱. جذب آب حجمی بتن سبک فاقد ریز دانه ۱۱۰
۴-۴-۲-۲. جذب آب حجمی بتن معمولی ۱۱۱
۴-۴-۴. اثر مواد خورنده بر بتن(مقاومت در برابر خوردگی) ۱۱۲
۴-۵. طبقه بندی اطلاعات ۱۱۳
۴-۶. حوزه میدانی ۱۲۴
فصل پنجم: آنالیز و تحلیل اطلاعات ۱۲۶
۵-۱. پیشگفتار ۱۲۷
۵-۲. نحوه آنالیز اطلاعات ۱۲۷
۵-۲-۱. آنالیز نتایج بدست آمده از آزمایش مقاومت فشاری ۱۲۷
۵-۲-۱-۱. مقایسه مقاومت فشاری نمونه های ۱۴۰۰ گرمی بتن سبک فاقد ریزدانه ۱۲۸
۵-۲-۱-۲. مقایسه مقاومت فشاری نمونه های ۲۳۰۰ گرمی بتن با دانه بندی استاندارد ۱۳۱
۵-۲-۲. آنالیز نتایج بدست آمده از آزمایش جذب آب لحظه‌ای ۱۳۳
۵-۲-۲-۱. مقایسه جذب آب لحظه ای بتن سبک فاقد ریزدانه ۱۳۳
۵-۲-۲-۲. مقایسه جذب آب لحظه ای بتن معمولی ۱۳۵
۵-۲-۳. آنالیز نتایج بدست آمده از آزمایش جذب آب حجمی ۱۳۷
۵-۲-۳-۱. مقایسه جذب آب حجمی بتن سبک فاقد ریزدانه ۱۳۷
۵-۲-۳-۲. مقایسه جذب آب حجمی بتن معمولی ۱۴۰
۵-۲-۴-۲. آنالیز نتایج بدست آمده ازمقاومت در برابر خوردگی ۱۴۱

۵-۲-۲-۵. آنالیز اقتصادی ۱۴۲
فصل ششم: جمع بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادات..... ۱۴۴
۶-۱. جمع بندی ۱۴۵
۶-۲. نتیجه‌گیری..... ۱۵۰
۶-۳. پیشنهادات ۱۵۲
منابع و مآخذ..... ۱۵۵
پیوست ها..... ۱۶۲

فهرست اشکال

شکل ۲-۱ ..... ۱۴
شکل ۲-۲ ..... ۱۷
شکل ۲-۳ ..... ۲۱
شکل ۲-۴ ..... ۲۲
شکل ۲-۵ ..... ۲۳
شکل ۲- ۶ ..... ۲۵
شکل ۲-۷ ..... ۲۷
شکل ۲-۸ ..... ۲۹
شکل ۲-۹ ..... ۲۹
شکل ۲-۱۰ ..... ۳۳
شکل ۲-۱۱ ..... ۴۲
شکل ۲-۱۲ ..... ۴۴
شکل ۲-۱۳ ..... ۴۵
شکل ۳-۱ ..... ۵۶
شکل ۳-۲ ..... ۶۸
شکل ۳-۳ ..... ۷۴
شکل ۳-۴ ..... ۷۸

شکل ۳-۵ ..... ۸۷
شکل ۴-۱ ..... ۹۹
شکل ۵-۱ ..... ۱۲۸
شکل ۵-۲ ..... ۱۳۰
شکل ۵-۳ ..... ۱۳۰
شکل ۵-۴ ..... ۱۳۱
شکل ۵-۵ ..... ۱۳۲
شکل ۵-۶ ..... ۱۳۳
شکل ۵-۷ ..... ۱۳۴
شکل ۵-۸ ..... ۱۳۶
شکل ۵-۹ ..... ۱۳۸
شکل ۵-۱۰ ..... ۱۴۰
شکل ۵-۱۱ ..... ۱۴۳
شکل ۶-۱ ..... ۱۴۵
شکل ۶-۲ ..... ۱۴۶
شکل ۶-۳ ..... ۱۴۶
شکل ۶-۴ ..... ۱۴۷
شکل ۶-۵ ..... ۱۴۷
شکل ۶-۶ ..... ۱۴۸
شکل ۶-۷ ..... ۱۴۸
شکل ۶-۸ ..... ۱۴۹

فهرست جداول

جدول ۲-۱ ..... ۱۶
جدول ۳-۱ ..... ۶۲
جدول ۳-۲ ..... ۶۲
جدول ۳-۳ ..... ۶۷
جدول ۳-۴ ..... ۷۰
جدول ۳-۵ ..... ۸۲
جدول ۳-۶ ..... ۸۵

جدول ۴-۱ ..... ۱۰۵
جدول ۴-۲: نتایج به دست آمده از مقاومت فشاری نانو پوششها (NanoCX۱, NanoCX۸۰۰)..... ۱۱۳
جدول ۴-۳: تغییرات مقاومت ، بتن سبک فاقد ریزدانه ۱۱۵
جدول ۴-۴: تغییرات مقاومت با پوشش های نانوی بر روی بتن با دانه بندی استاندارد ملی ۱۱۵
جدول ۴-۵: جذب آب لحظه‌ای ۱۱۶
جدول ۴-۶: جذب آب حجمی..... ۱۱۷
جدول ۴-۷ ..... ۱۱۸
جدول۴-۸: مقایسه هزینه تعمیر و نوسازی پل های کلاک، آلی در و ریچکان ۱۲۵

فصل اول: مقدمه و معرفی

۱-۱. مقدمه

حمل و نقل و جابجایی کالا و مسافر یکی از نیازهای اساسی زندگی بشر بوده است و بسته به مسافت جابجایی، نوع کالا و سلیقه مسافر، ملاحظات فنی و اقتصادی و تنوع سیستم های حمل و نقل ، این جابجایی می تواند جاده ای، ریلی، آبی و یا هوایی باشد.

حمل و نقل جاده ای در اکثر موارد در دسترس‌ترین و اقتصادی‌ترین سیستم حمل و نقل بوده و نیاز به بهبود کیفیت، سرویس دهی، باز سازی راه‌های موجود و احداث راه‌های جدید، همیشه مطرح بوده است. بنابراین علی‌رغم محدودیت بودجه در بسیاری از کشورها از جمله ایران، سالیانه قسمت اعظمی از بودجه کشور صرف ساخت جاده ها می شود، تا سیستم حمل و نقل جاده ای بتواند به طور ایمن و سریع پاسخگوی تقاضای روز افزون حمل و نقل کالا و مسافر باشد.

۱-۲. اهمیت موضوع

ساخت راه‌ها در دو مرحله زیر سازی و روسازی انجام می‌گیرد:

زیرسازی راه، شامل عملیات خاکی(خاکبرداری و خاکریزی) و ابنیه فنی راه(آبروها،تونل‌هاوپل‌ها)است.

روسازی راه بسته به ملاحظات فنی و اقتصادی می‌تواند در دو نوع انعطاف پذیر(آسفالتی) و یا سخت(بتنی) اجرا گردد.

ابنیه فنی راه از جمله سازه‌هایی هستند که در راه‌سازی اهمیت ویژه ای دارند. پل‌ها یکی از پرکاربردترین ابنیه راه هستند، که معمولاً به دو صورت بتنی و فولادی اجرا می شود و همه ساله هزینه‌های زیادی صرف ساخت، بازسازی، ترمیم و نگهداری آنها می شود. با توجه به آنکه در کشور ایران بیشتر پل‌ها به صورت بتنی اجرا می‌شوند بنابراین اگر بتوان با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی، مقاومت فشاری بتن پل‌های بتنی را افزایش داد، می توان عمر پل‌ها را افزایش داده و حجم ترافیک عبوری و ظرفیت باربری پل‌ها را نیز زیاد کرده و به تبع آن ظرفیت باربری و تردد راه‌ها را نیز افزایش داد.

همچنین با افزایش عمر پل‌ها و عدم نیاز به تخریب و بازسازی آنها، هزینه استهلاک وسایل نقلیه کاربران راه نیز کاهش خواهد یافت.

۱-۳. مشکلات اجرایی و راه حل‌های پیش رو

با توجه به هزینه‌های سنگین صرف شده برای اجرای ابنیه بتنی راه، به خصوص پل‌ها، مسئله نگهداری دقیق این سازه‌ها در برابر آب و باد و یخبندان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مناطقی که بستر رودخانه سست بوده و در اثر طغیان آب امکان شسته شدن وجود داشته باشد باید وضعیت آن را در اطراف پل بعد از طغیان‌های مختلف مورد بررسی قرار داد، تا با تدابیر مختلف از خالی شدن خاک اطراف پی‌ها و در نتیجه تخریب پایه‌های پل جلوگیری شود. لایه عایق کاری و آسفالت کف جاده باید طوری انجام شود که از نفوذ و باقی ماندن آب در جسم پل جلوگیری شود. بعد از پایان ساختن پل و قبل از تحت سرویس قرار گرفتن آن، باید به دقت المان‌های مختلف آنرا مورد بازدید قرار داد تا مشخص شود تحت بارهای دائمی، تغییر شکل‌ها و ترک‌های پیش بینی نشده در آن ایجاد نشده باشد، همچنین بعد از آزمون بارگذاری که تحت شدید ترین بارگذاری ممکنه در طول دوره سرویس قرار می گیرد، باید کلیه تغییر شکل‌های ایجاد شده، ترک‌های احتمالی، نشست پایه‌ها، تغییر فرم دستگاههای تکیه گاهی و اتصالات مختلف به دقت مورد برسی قرارگیرند. در طول دوره بهره برداری نیز در زمانهای مشخص باید قسمت‌های مختلف پل مورد بازدید قرار گیرند.[۱]

به عنوان مثال، در پل‌های فلزی که احتمال از بین رفتن اتصالات پیچ و جوش، زنگ زدن المان‌ها و خوردگی آنها و بروز ناپایداری‌های الاستیک وجود دارد، این بازدیدها باید به طور مداوم و حداقل هر پنج سال یکبار انجام شده و برای جلو گیری از تخریب قطعات، باید آنها را با مواد مناسب پوشانید. همچنین در مورد پل‌های بتن پیش تنیده شده باید وضع دستگاه‌های مهارتی و کشش کابل‌ها مورد بررسی قرار گرفته و با انجام عمل تزریق به نحو مناسب، از خوردگی کابل‌ها جلوگیری به عمل آید.

خرابی پل‌های بتنی بیشتر تحت اثر عوامل مختلفی نظیر ترک خوردگی بتن، خوردگی میلگردها در اثر نفوذ آب و مواد شیمیایی مخرب، از بین رفتن چسبندگی بین بتن و میلگردها و کاهش استحکام بتن اتفاق می‌افتد.

برای تعمیر و نگهداری پل‌ها، در روش‌های سنتی، ازآهک، سفیده تخم مرغ و ساروج و با شکل گرفتن تکنولوژی سیمان و بتن، از روکش سیمانی جدید بر روی پوشش بتنی فرسوده قبلی و یا از چسب بتن استفاده می‌شد.ولی به علت عدم پیوند سیمان جدید بر روی سیمان قدیم این نوع مرمت‌ها مقطعی و کوتاه مدت می باشد وچسبندگی کامل اتفاق نمی‌افتد، و معمولا پس از مدت اندکی(۱ تا ۲ سال) روکش جدید نیز تحت تاثیر عوامل محیطی، به سرنوشت پوشش قبلی دچار می‌شد.

با پیشرفت تکنولوژی، برای مقاوم سازی پل‌ها از کامپوزیت‌ها و هایبریدهای کربن استفاده شد.

هنگام ترمیم پل‌ها به این روش‌ها، مشکلات بیشماری وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

- کاهش مقاومت فشاری بتن یا بی اثر بودن بر روی آن
- افزایش جذب آب بتن یا بی‌اثر بودن بر روی آن
- افزایش عمق تخریب بتن به دلیل عدم نفوذ این مواد به داخل بتن
- کاهش عمر سرویس دهی‌راه
- نیاز داشتن به وسایل و تجهیزات گران قیمت و نیروی کار ماهر
- افزایش زمان ترمیم ابنیه(پل)
- افزیش ترافیک در محورهای اطراف و کاهش ایمنی وسایل نقلیه عبوری
- افزایش هزینه استهلاک وسایل نقلیه کاربران راه
- پر هزینه و غیر اقتصادی بودن اجرای این روش‌ها
- افزایش آلودگی های زیست محیطی و ...

برای برطرف کردن مشکلات فوق، بهترین راه حل، استفاده از تکنولوژی نانو است. چون این مواد به علت داشتن خواص ویژه، ارزان بودن قیمت، مقاومت بسیار بالا، پایداری نسبت به مواد سنتی می‌توانند بهترین راه کار باشند. دلیل اینکه نانومواد می‌توانند مقاومت بالاتری نسبت به سایرگزینه‌ها داشته باشند آن است که ریزدانه‌های نانوئی دیگر شکسته نمی‌شوند، برش نمی‌خورند و لهیدگی و تغییر شکل آنها تقریباً صفر است.

برای بازسازی ستون‌ها و عرشه پل‌ها که دچار خوردگی، نفوذ آب، بیرون زدن آرماتورها و زنگ زدگی میلگردها شده اند، می‌توان از Nano CX۸۰۰ استفاده کرد.

نحوه عملکرد این گونه است که فلزات داخل سازه(آرماتورها) به گونه‌ای عمل می‌نمایند که یک میدان مغناطیسی به وجود آید و Nano CX۸۰۰ را به داخل جذب نموده و بر روی میلگردها حفاظت کاتدیک انجام می‌شود. این عمل باعث می‌شود که کلیه منافذ و کاپیلارهای خالی بتن پر شده و نه تها ضد آب گشته بلکه مقاومت آن نیز به طور چشمگیری افزایش یابد.

دیگر موادی که در بازسازی عرشه پل ها کاربرد دارد، ماده Nano Cx۱ است. این ماده می‌تواند بدون هیچگونه مشکلی عملیات پیوند شیمیایی را انجام داده، یک ترکیب مولکولی جدید به وجود آورد که پس ازعمل آوری، به سختی قادر به برداشتن آن، حتی با تجهیزات مکانیکی هستیم.
با استفاده از تکنولوژی نانو به نتایج زیر دست خواهیم یافت:

- افزایش مقاومت فشاری بتن
- کاهش جذب آب بتن
- کاهش عمق تخریب بتن به دلیل نفوذ این مواد به داخل بتن
- افزایش عمر سرویس دهی راه
- عدم نیاز داشتن به وسایل و تجهیزات گران قیمت و نیروی کار ماهر
- کاهش چشمگیر زمان ترمیم ابنیه(پل)
- کاهش ترافیک در محورهای اطراف و افزیش ایمنی وسایل نقلیه عبوری
- کاهش هزینه استهلاک وسایل نقلیه کاربران راه
- کم هزینه و اقتصادی بودن اجرای آن‌ها
- کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و ...