



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

پایش سدها و خاکریزها با سنجش فیبر نوری توزیعی

چکیده:

سدها و خاکریزها از جمله خاکریزها، سد های باطله و سد های خاکی، مسائل چالش برانگیزی را برای مهندسان عمران به ویژه در تایید و صحت سنجی سلامت ساختاری و ظرفیت، بهره برداری و نگه داری (O&M)، بازرسی و ایمنی ایجاد می کنند. اندازه و مقیاس، سن و عدم قطعیت مواد و مصالح در این سازه های غول پیکر همگی طیف وسیعی از پارامترهای سخت و مشکل برای متخصصان سد و خاکریز در هنگام تحلیل یک خاکریز یا سد جدید (یا فعلی) می باشند. ابزارهای سنتی مبتنی بر حسگر نقطه ای محلی برای تضمین تشخیص و مکان یابی علایم اولیه تخریب کافی نمی باشند. چیزی که موجب پیچیده تر و مشکل تر شدن مسئله می شود، تعداد زیادی از دارایی ها و انسان هایی که در پایین دست سد و یا دشت سیلابی قرار دارد و این سدها و سازه ها بایستی از آن ها حفاظت کنند می باشد و تاکید بیشتر و بیشتری بر آسیب پذیری این سازه ها وجود دارد. همچنین به دلیل فاجعه و بلایای سیل مرتبط با طوفان کاترینا و غیره، یک محیط مقرراتی پیچیده ایجاد شده است و این محیط مهندسان را ملزم به صدور گواهی استحکام ساختاری و ژئوتکتونیک کرده است. مسئولیت مالکان و مهندسان دارایی سد و خاگر بیش از پیش سنگین تر شده است.

پیشرفت های اخیر در فناوری های و زمینه های تولید ابزار شیوه های جدیدی را برای مهندسان عمران برای بررسی این سازه ها ارائه کرده و مجموعه ای از ابزارهای پایشی را برای مهندسان ارائه کرده است. فناوری های فیبر نوری توزیعی ایجاد حسگرهایی می کنند که از نظر مقیاس و اندازه در نهایت با سد یا خاکریز منطبق می باشند و شیوه ای جالب، قابل اطمینان و مقرون به صرفه برای پایش این سازه ها در اختیار می گذارد. این حسگرها می توانند اطلاعاتی را در مورد توزیع دما و کرنش در یک سد، در هر متر و در هر فاصله تا بیش از چندین ده کیلومتر در اختیار می گذارد. این امکان تشخیص اولیه، موقعیت یابی و تعیین اندازه شکاف ها و تخریب هایی نظیر تراوش، نشست، نشست، برش، جا به جایی های مفصلی غیر طبیعی، انحراف و سرریز را می دهد. این مقاله، مثال های متعدد کاربردی را در خصوص این فناوری جدید برای سدها و دایک های واقعی در اروپا، آمریکا و آسیا ارائه می کند.

کلمات کلیدی : سیستم های پایش، پایش سد، پایش خاکریز، تشخیص نشت، حسگر فیبر نوری، DTS و DTSS،

رامان، بریلوئن

مقدمه

نیاز رو به رشد به آگاهی از ایمنی در طی سال های اخیر منجر به توسعه چندین روش پایش شده است که امکان تشخیص رویداد ها در مراحل اولیه و پیش گیری از خرابی سازه ها را داده و در عین حال منجر به تولید دانش بهتری در خصوص خود سازه ها شده است. در زمینه کاربرد های ساختاری و ژئوتکنیکی، نظیر سد ها، خاکریز ها، پل ها، ساختمان ها، زمین لغزه ها و تونل ها، که در آن ها هر دو ابعاد سازه های بزرگ و مقدار آسیب بیانگر یک چالش می باشد، روش های توزیعی قابلیت پایش چندین کیلومتر را با استفاده از حسگر فیبر نوری پیشنهاد می کنند (FOS). از این روی، با استفاده از تعداد محدودی از حسگر های بسیار طولانی، امکان پایش رفتار ساختاری و کارکردی سازه ها را با تفکیک پذیری مکانی و اندازه گیری بالا با هزینه منطقی را می دهد (گیلسیک و اینادی 2007).

فناوری فیبر نوری توزیعی

بر خلاف حسگر های فیبر نوری محلی و الکتریکی، حسگر توزیعی، ویژگی های منحصر به فردی را دارد که امکان اندازه گیری پارامتر های فیزیکی را در امتداد طول کل آن ها و نیز اندازه گیری هزاران نقطه با استفاده از یک انتقال دهنده (اینادی و گلیسیک 2007) می دهد.

پیشرفته ترین فناوری های حسگر های فیبر نور توزیعی بر اساس پراکندگی رامان و بریلوئن می باشد (اینادی و همکاران 2012). هر دو سیستم از اثر متقابل غیر خطی بین نور و مواد سیلیسی استفاده می کند که برای آن یک فیبر نوری استاندارد وجود دارد. در صورتی که نور در یک طول موج معین بر روی فیبر قرار گیرد، مقدا بسیار کمی از آن در هر نقطه در امتداد فیبر پراکنده می شود. نور پراکنده دارای اجزایی در طول موج هایی است که متفاوت از سیگنال اولیه می باشند. این اجزای تغییر یافته حاوی اطلاعاتی در خصوص خواص موضعی فیبر به خصوص کرنش و دما می باشد.

فناوری دمای توزیعی رامان

پراکندگی رامان نتیجه یک فعل و انفعال غیر خطی بین عبور نور در یک فیبر و سیلیس می باشد. وقتی که یک سیگنال نور شدید به فیبر می خورد، دو جزء با فرکانس متغیر موسوم به استوکس رامان و آنتی استوکس رامان در طیف انتشار پسین ظاهر می شود. شدت نسبی این دو جزء بستگی به دمای محلی فیبر دارد. در صورتی که سیگنال نور جهش پیدا کند و شدت پراکندگی پسین به صورت تابعی از زمان رفت و برگشت ثبت شود، از این دست یابی به یک پروفیل دمایی در امتداد فیبر وجود دارد (داکین و همکاران 1986). سیستم های مبتنی بر پراکندگی رامان با SMARTEC در سوییس و سنسورنت در بریتانیا تجاری سازی شده اند (شکل 1).

معمولا یک تفکیک پذیری دمایی 0.1 درجه ای و تفکیک پذیری مکانی 1 متر در طیف اندازه گیری بیش از 30 کیلومتر برای فیبر های چند مودی بدست می آید.



شکل 1: DiTemp Harsh (5-12km) and DiTemp Light (4km)

فناوری کرنش توزیعی بریلوئن

حسگر های پراکندگی بریلوئن پتانسیل جالبی را برای پایش دما و کرنش توزیعی نشان می دهند (کاراشیما و همکاران 1990). سیستم ها قادر به اندازه گیری تغییرات کرنش یا دمای فیبر ها با طول بیش از 50 کیلومتر با تفکیک پذیری مکانی چند متر بوده و اهمیت آن ها در شرایط میدانی اثبات شده است. پراکندگی بریلوئن نتیجه فعل و انفعال امواج صوتی و نوری در فیبر های نوری می باشد. امواج آکوستیک برانگیخته حرارتی (فونون ها) به طور دوره ای شاخص انکساری را تنظیم می کنند. پراکندگی بریلوئن در زمان انتشار نور در فیبر با این نوسان منکسر شده و منجر به ایجاد یک جزء با فرکانس متغیر با یک پدیده مشابه با تغییر داپلر می شود. این فرایند

موسوم به پراکندگی بریلوئن لحظه ای می باشد. امواج آکوستیک را نیز می توان با تزریق دو موج انتشاری با تفاضل فراکانس برابر با بریلوئن تولید کرد. از طریق الکترواستریکسیون، این دو موج منجر به ایجاد یک موج آکوستیک می شوند که جمعیت فونون را تقویت می کند. این فرایند موسوم به تقویت بریلوئن تحریک شده می باشد. در صورتی که سیگنال پروب متشکل از یک پالس نوری کوتاه باشد و نمودار شدت منعکس شده آن در برابر زمان پرواز و تغییر فرکانس ترسیم شود، امکان دست یابی به پروفیل تغییر بریلوئن در امتداد طول فیبر وجود دارد. جالب ترین نوع پراکندگی بریلوئن برای سنجش برنامه ها در وابستگی دمایی و کرنش تغییر بریلوئن (نیکلس و همکاران 1997) می باشد. این نتیجه تغییر سرعت آکوستیک بر طبق تغییر در تراکم سیلیس می باشد. SMARTEC، سیستم را بر اساس این تنظیمات تجاری سازی کرده و DiTeSt را ایجاد می کند (شکل 2). این دارای دامنه اندازه گیری 50 کیلومتر در هر کانال با تفکیک پذیری مکانی 1 متر است. تفکیک پذیری کرنش 2 $\mu\epsilon$ بوده و تفکیک پذیری دمایی 1 درجه است. تعداد کانال ها را می توان با یک سویچ کانال 4-20 توسعه داد. سیستم به صورت پرتابل بوده می تواند برای کاربرد های میدانی استفاده شود. چون تغییر فرکانس بریلوئن بستگی به هر دو کرنش محلی و دمای فیبر داردف تنظیمات حسگر تعیین کننده حساسیت واقعی سیستم است. برای اندازه گیری دما ها استفاده از یک کابل طراحی شده برای محافظت از فیبر های نوری از طویل شدگی کابل کافی است. از این روی فیبر در حالت بدون کرنش قرار گرفته و تغییرات فرکانس را می توان به تغییرات دمایی نسبت داد. اندازه گیری کرنش های توزیعی مستلزم یک حسگر طراحی شده خاص است. یک کوپلینگ مکانیکی بین حسگر و ساختار هاست در امتداد طول کل فیبر بایستی تضمین شود. بخش بعدی به معرفی طرح های کابل مختلف برای اندازه گیری کرنش و دما در زمینه های مختلف می پردازد.



شکل 2: واحد DiTeSt و سویچ چندکاناله

کابل سنجش فیبر نوری توزیعی

هدف طراحی کابل فیبر نوری سنتی حفاظت از خود فیبر در برابر اثرات خارجی است. به طور ویژه حفاظت از فیبر نوری در برابر رطوبت خارجی، فشارهای جانبی، و کرنش طولی اعمال شده به کابل لازم است. این طرح ها در تضمین افزایش طول فیبر های نوری مورد استفاده برای ارتباطات موثر بوده و می توان از آن ها به عنوان عناصر و مولفه های سنجش برای پایش دما در دامنه -30 تا +80 همراه با سیستم های پایش رامن و بریلوئن مورد استفاده قرار داد. برای سیستم های پراکندگی بریلوئن، تضمین این که فیبر نوری هیچ گونه کرنشی را تجربه نمی کند از اهمیت زیادی به دلیل حساسیت متقابل بین کرنش و دما برخوردار است. از سوی دیگر، حساسیت کرنش پراکندگی بریلوئن از این سیستم ها برای سنجش کرنش توزیعی به خصوص برای پایش دفورماسیون های محلی سازه های بزرگ نظیر خط لوله ها، زمین لغزه ها یا سد ها استفاده می کند. در این موارد، کابل بایستی قادر به انتقال کرنش ساختاری به فیبر نوری باشد که این هدف بر خلاف تجربه های حاصل از طراحی کابل مخابراتی است. در یک حسگر توزیعی، کل فیبر نوری به خودی خود یک حسگر است.

در نهایت، در زمان سنجش کرنش توزیعی، اندازه گیری هم زمان دما برای تفکیک دو مولفه لازم است. این معمولا با نصب یک کابل سنجش دما و کرنش به طور موازی بدست می آید. از این روی ترکیب دو کارکرد به یک بسته بندی مطلوب است. پاراگراف بعدی به بررسی طراحی کابل هایی می پردازد که نیاز های مختلف به لوله ها را در نظر گرفته است.

کابل سنجش دمای توزیعی زره دار

کابل سنجش دمای DiTemp/DiTeSt زره دار (شکل 3)، کابل فیبر نوری کوچک متشکل از غلاف بیرونی پلاستیک و اعضای مقاومت فولادی ضد زنگ پر از ژل لوله فولاد ضد زنگ می باشد. لوله شل مرکزی پلمپ شده و دارای 4 فیبر برای انعطاف پذیری طرح و افزونگی می باشد.

این حسگر برای کاربرد های بیرونی و محیط های نامطلوب با روش شناسی متفاوت نصب مناسب است: دفن مستقیم در زمین یا بتون، اتصال به لوله، استفاده از تکیه گاه و چسب.

این کابل به دلیل طراحی بسته قوی، مقاومت کششی بالا، مقاومت به شکست، ضد آب بودن، مقاومت شیمیایی و سایش و محافظت در برابر جوندگان آرایه می کند. در عین حال، مقطع کوچک و ساختار فلزی موجب اطمینان از انتقال سریع تغییرات دمایی از محیط خروجی به فیبر ها می شود.



شکل 3: کابل سنجش زره دار DiTemp

کابل سنجش دمای خود گرم شونده توزیعی (مس + فیبر نوری)

کابل سنجش دمای خود گرم شونده DiTemp (شکل 4) یک حس گر منحصر به فرد برای ارزیابی دمای توزیعی در فاصله بیش از 1.5 کیلومتر می باشد. این کابل عمدتاً در طیف وسیعی از زمینه های هیدرولوژیکی و ژئوتکنیکی استفاده می شود که مستلزم سنجش دمای توزیعی می باشد که در آن کنتراست دمایی بین زمین و نشت مایع پایش شده برای ارابه یک تشخیص قابل اطمینان کافی نیست. از این روی، در پایش سد ها، دایک ها و خاکریز هایی استفاده می شود که در آن ها روش پالس حرارتی لازم است. پوشش HDPE بیرونی موجب می شود تا کابل ضد آب باشد. این حسگر برای شرایط محیط بیرونی و نامناسب با روش نصب متفاوت از اهمیت ویژه ای برخوردار است: دفن مفتسقیم در زمین یا بتون و یا اتصال به یک سازه موجود.

این کابل به دلیل طراحی بسته قوی، مقاومت کششی بالا، مقاومت به شکست، ضد آب بودن، مقاومت شیمیایی و سایش و محافظت در برابر جوندگان ارابه می کند

سیم های مس ایزوله شده امکان بالا رفتن حرارت کابل را با گردش جریان الکتریکی درون آن می دهد. افزایش دما و سرعت خنک کنندگی بستگی به مقدار رطوبت و جریان آب در خاک اطراف کابل دارد. با اندازه گیری پاسخ دما با سیستم DiTemp، امکان تعیین وجود دارد که آیا خاک اطراف هر یک متر از سیم خشک یا مرطوب است و این که آیا جریان آب را نشان می دهد.



شکل 4: کابل سنجش حرارت خود گرم شونده DiTemp

نوار سنجش کرنش توزیعی: SmarTape II

حسگر DiTeSt SmarTape II (شکل 5) متشکل از یک فیبر نوری تک حالت می باشد که در نوار پلیمر-اپوکسی تقویت شده با فایبر گلاس تعبیه شده است. نوار به خودی خود دارای مقاومت مکانیکی، شیمیایی و دمایی بالایی می باشد. اندازه نوار موجب می شود تا انتقال و نصب حسگر اسان باشد. حسگر SmarTape II برای استفاده در محیط های نامساعد به ویژه در زمینه های مهندسی ژئوتکنیک و عمران طراحی شده است. این حسگر معمولاً به صورت متصل و چسبیده به سازه ها به کار می رود، با این حال می توان آن را در درون کامپوزیت ها نیز تعبیه کرد. حسگر را می توان با واحد DiTeSt خواند. یک کابل سنجش دمای توزیعی نصب شده به صورت موازی در صورتی توصیه می شود که اثرات حرارتی بر روی اندازه گیری ها را بتوان جبران کرد.



شکل 5: SmarTape II

سنجش ترکیبی دما و کرنش توزیع شده: SmartProfile

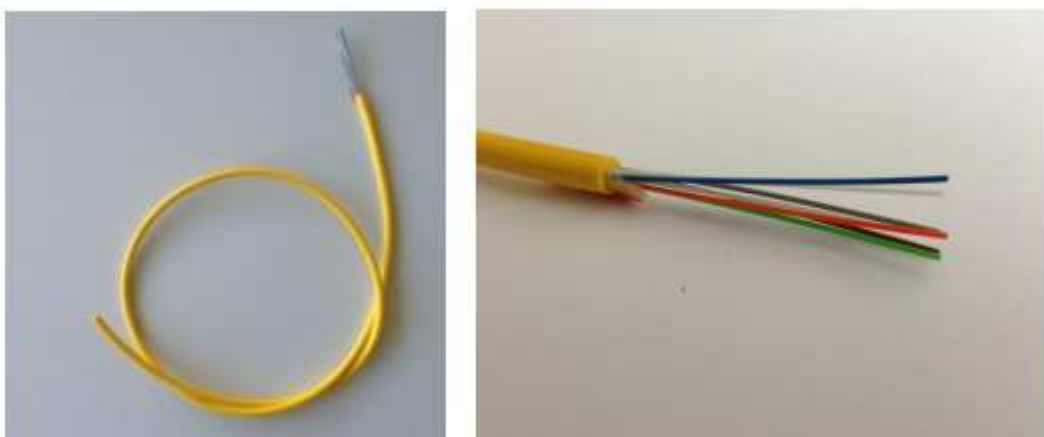
طراحی حسگر SmartProfile (شکل 6) ترکیبی از حسگر های دما و کرنش در یک بسته است. این حسگر متشکل از دو فیبر نوری متصل و دو فیبر نوری آزاد در یک پروفیل ترموپلاستیک پلی اتیلن می باشد. فیبر های متصل برای پایش کرنش استفاده می شوند و این در حالی است که فیبر های آزاد برای اندازه گیری دما و جبران اثرات دما بر روی فیبر های متصل استفاده می شود. برای افزونگی، دو فیبر برای پایش کرنش و دما استفاده می شوند. خود پروفیل، مقاومت مکانیکی، شیمیایی و دمایی خوبی را فراهم می کند. اندازه پروفیل موجب می شود تا جا به جایی و نصب حسگر از طریق چسباندن یا اتصال راحت باشد. SmartProfile برای استفاده در زمینه ها و شرایط شهری، ژئوتکنیک و نفت و گاز طراحی شده است. این حسگر را می توان درون محفظه های فایبر گلاس یا ژئوتکستایل (منسوجات) به منظور بهبود مقاومت مکانیکی آن (برای مثال در برابر آسیب ناشی از جوندگان) و افزایش سطح تماس در خاک قرار داد.



شکل 6: کابل SmartProfile و گنجاندن آن درون یک ژئوتکستایل

کابل سنجش توزیعی هیبریدی: Hydro&Geo

کابل سنجش Hydro&Geo یک حسگر منحصر به فرد برای ارزیابی کرنش و دمای توزیع یافته در طول چندین کلومتر است. کابل سنجش Hydro&Geo (آبی- زمینی) یک کابل فیبر نوری کوچک با مقطع مدور متقارن می باشد که با یک پوشش متراکم از آرامید و یک لایه خارجی غیر خورنده و هالوژن فری (عاری از هالوژن) (شکل 7) محافظت می شود. کابل Hydro&Geo حاوی 4 فیبر نوری تک حالت و 2 فیبر نوری 2 چند حالت می باشد که امکان استفاده از حسگر را با هر دو واحد خواندن DiTemp و DiTeSt برای پایش دما و کرنش توزیع یافته می دهد. این حسگر برای زمینه های ژئوتکنیک بیرونی با روش متفاوت نصب مناسب است: دفن مستقیم در زمین یا بتون، قرار گیری در درون منسوجات ژئوتکستایل. کابل Hydro&Geo با سیستم های DiTemp و DiTeSt و همه اجزای آن ها کاملا سازگار است.

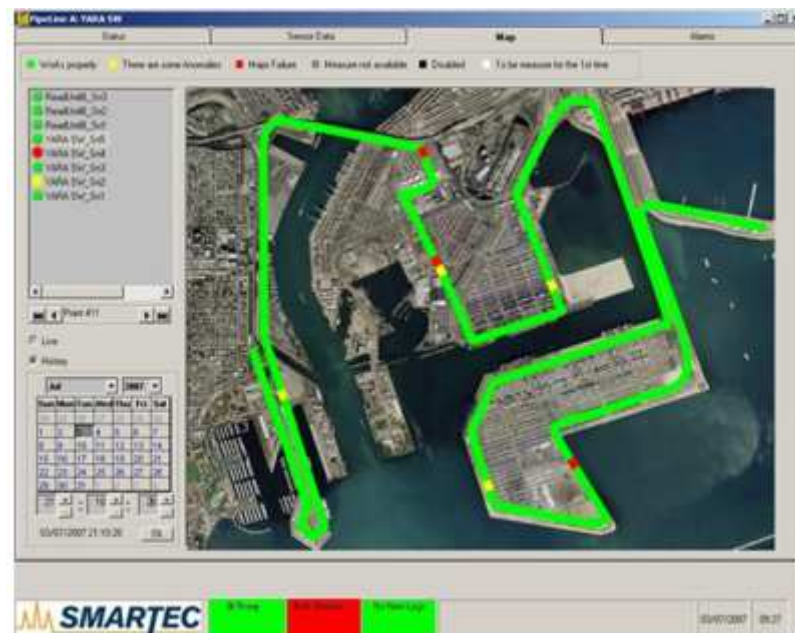


شکل 7: کابل Hydro&Geo

نرم افزار DiView

هدف دستورات اصلی نرم افزار DiView اندازه گیری خودکار حسگر های توزیعی می باشد. اپراتور می تواند در زمان واقعی تاریخچه اندازه گیری حسگر را در شکل گرافیکی ببیند (شکل 8 را ببینید). در عین حال نرم افزار قادر به تحریک زنگ های هشدار (اس ام اس، ایمیل و تماس تلفنی) بوده و هشدار ها بر روی نمایشگر را نشان می دهد. هشدار ها را می توان برای انواع مختلف رویداد ها از جمله کرنش، دما، نشت و ترک تولید کرد. نرم افزار قادر به ترکیب اندازه گیری از کابل های سنجش مختلف برای دست یابی به نتایج پیچیده است نظیر کرنش های جبران شده با دما. یک ماژول اختیاری به تشخیص نشتی های خط لوله، دایک ها، محازن و سازه های مشابه با شناسایی ناهنجاری های دمای محلی تخصیص داده شده است. دیگر ماژول اختیاری به تشخیص ترک از داده های کرنش توزیعی اختصاص داده شده است. نرم افزار DiView و ماژول اضافی، گزینه ها و پارامتر های قابل پیکر بندی متعددی را در اختیار می گذارد.

این نرم افزار همه اطلاعات مربوط به یک حسگر را در یک ساختار دیتابیس ذخیره می کند. همه داده ها را می توان به آسانی به نرم افزار ثالث از جمله MS Excel و MS Access انتقال داد. کاربران متعدد می توانند به نرم افزار به طور هم زمان از یک کامپیوتر متفاوت دسترسی داشته باشند (به طور محلی یا دور دست بر روی یک مودم یا LAN).



شکل 8: DiView: اسکرین شات مرم افزار مدیریت داده های توزیع شده

مهندسی ابزار سدها و خاکریزها با حسگر های توزیعی

در بخش های زیر، ما به بررسی کاربرد های مختلف سنجش دما و کرنش توزیعی برای پایش سد ها و خاکریز می پردازیم.

مثال کاربردی: سد نام نگوم 2 (لائوس)

سد مخزنی نام نگوم ، بزرگ ترین مخزن آبی در لائوس است: این سازه در 1971 با ساخت اولین سد در عرض رودخانه نام نگوم تاسیس شد. این مخزن برای تولید برق هیدروالکتریک و کنترل سیل ساخته شد. پروژه برق هیدروالکتریک نام نگوم 2 در 35 کیلومتری سراب (بالادست) سد نام نگوم 1 فعلی واقع شده و در 90 کیلومتری وینتیان، بر روی رودخانه نام نگوم قرار داشته و یکی از سرشاخه های اصلی رودخانه مکونگ است.

این پروژه با ظرفیت نصب شده 615 مگاوات برای تولید انرژی برای شبکه الکتریکی تای و مصرف محلی ساخته شده است. این سد دارای 181 متر ارتفاع بوده و قادر به تولید 2300 کیلووات بر ساعت برق می باشد.

هدف اصلی ابزار های نصب شده پایش تراوش و نشتی در سطح فونداسیون از طریق یک سیستم تشخیص فعال با استفاده از روش پالس حرارتی می باشد. مجموع 2 کابل سنجش زره دار مستقل (هر کدام به طول 900 متر) در منطقه فیلتر با نصب سطحی واقع شده است. واحد خواندن DTS DiTemp با 4Ch در ایستگاه کنترل سد با هدف اندازه گیری پروفایل های دمایی 2 کابل سنجش واقع شده است. به دلیل وجود نرم افزار تصویر سازی سفارشی DiView، این واحد در زمان واقعی قادر به پایش تغییرات در پروفیل های حرارتی دو کابل سنجش بوده و در صورت هر گونه تراوش یا نشت هشدار هایی را اعلام می کند.



شکل 9: سمت سراب (بالادست) سد نام نگوم 2 در PDR لائوس



شکل 10: نصب کابل سنجش دمای توزیعی در سطح پایه سد

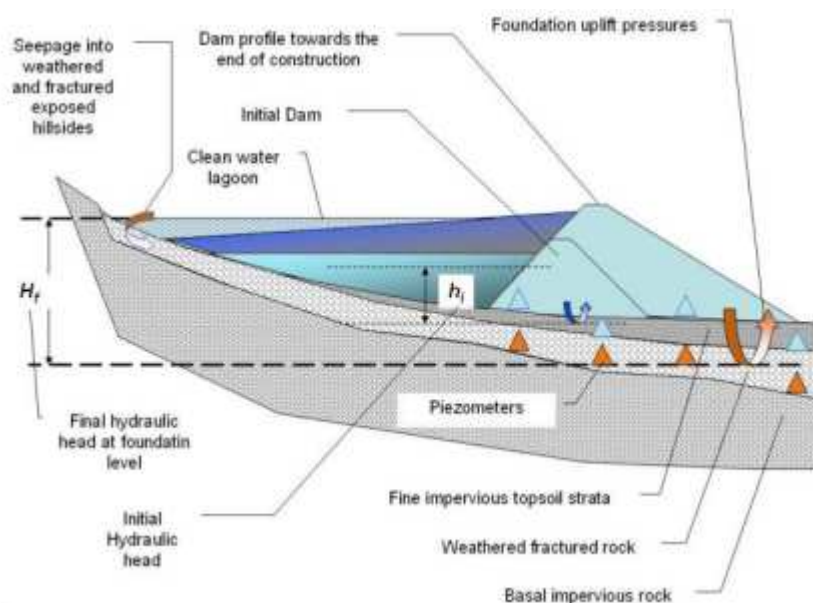
مثال کاربردی: سد باطله (شیلی)

عملیات سد های باطله، به خصوص عملیات استخراج معدن در فاز ساخت و ساز شامل ترسیب هیدرولیکی شن و ماسه است که در نهایت منجر به تشکیل سازه اصلی مخزن می شود. این فاز ترسیب و نهشته سازی، برنامه نویسی می شود و تشکیل لایه های نازک از شن های تمیز را می دهد که به شدت فشرده و متراکم می باشند. این حجم آب مازاد را برای گرفتن لایه بعدی، خشک می کند. این سیستم، بسیار با کیفیت و مقرون به صرفه است و در طی قرن اخیر استفاده شده و از روش های رسوب گذاری در بالا دست به روش رسوب گذاری در پایین دست تغییر رویه داده است و برای حفظ سازه ها و ساختار ها تحت شرایط زلزله بسیار ایمن تر است. منطقه ترسیب و نهشته سازی شن در امتداد سد برای ارزیابی پخش و انتشار آب انتقال یافته که بایستی بخار شده و یا به لایه شن فشرده زیرین زهکشی شود، جا به جا می شود. در حالت اولیه شد ها، نهشته سازی شن برای اپراتور ها ساده نیست زیرا دستگاه سیکلون که اجزای دانه درشت شن را از اجزای سیلتی ریز انتخاب می کند دارای فشار ارتفاعی بیش از حد به دلیل موقعیت فیزیکی خود می باشد، و از این روی منطقه نهشته سازی و رسوب گذاری بسیار کوچک است و برای انتشار آب مازاد استفاده شده و آب مازاد در زهکش های افقی انباشته شده و امکان انسداد ماتریکس زهکشی باز وجود دارد.

کنترل دقیق حضور آب در پایه سد از طریق 10 پیزومتر فیبر نوری و 2300 متر کابل دمایی زره دار توزیعی DiTemp واقع در 2 متری بالای لایه های زهکشی، انجام می شود (Fahrenkrog A. و Fahrenkrog C.)

2012). مواد لومی دانه ریز در حوضچه آرامش و در نزدیکی دیواره نگه دارنده رسوب می شوند که امکان انتخاب طبیعی بخش دانه درشت باقی مانده در نزدیکی پروفیل سد را داده و سپس به دور از قسمت سراب حرکت می کند که در این قسمت آب از مواد دانه ریز جدا شده و سپس دوباره به جریان اصلی باز می گردد و تشکیل یک حوضچه ای را در برابر بخش شیبدار و دامنه طبیعی مخزن می دهد. همان طور که در شکل 11 نشان داده شده است- شرایط هیدرولیک سد باطله در طی مراحل مختلف ساخت متغیر می باشد که امکان ثبت و کنترل بسیاری از متغیرها را در طی مرحله فعال و غیر فعال حوضه می دهد.

به منظور کنترل پایداری و پیش گیری از زمین لغزه، 9 حسگر SOFO (حسگر های فیبر نوری) در بدنه سد نصب شده اند. این حسگر در یک ساختار خاص قرار گرفته است که به طور کامل به خاک چسبیده است (شکل 12). سه حسگر SOFO به یک دیگر چسبیده شده و یک گیج سه بعدی را برای دفورماسیون جانبی یا نشست ایجاد می کنند.



تراوش به دامنه های در معرض شکستگی و هوازده،

پروفیل سد در پایان ساخت و ساز، سد اولیه، حوضچه آب زلال، فشار فرارانش پی، دریچه هیدرولیکی نهایی در سطح فونداسیون، پیزومتر ها، دریچه هیدرولیکی اولیئف لایه های خاک سطحی نفوذ ناپذیر ریزدانه، سنگ شکسته و هوازده، سنگ نفوذناپذیر زیرین

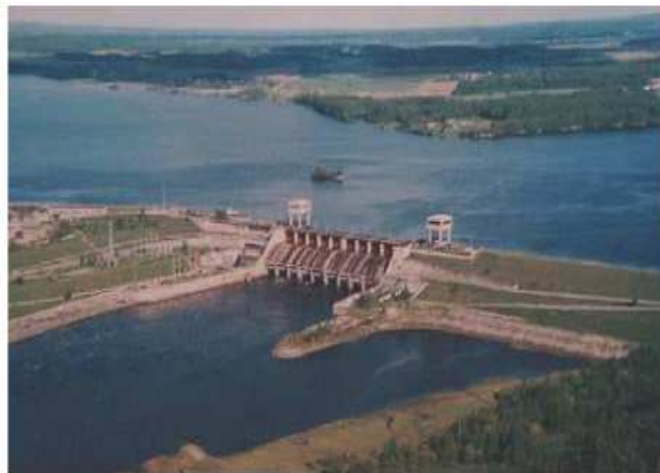
شکل 11: شرایط هیدرولیکی یک سد باطله



شکل 12: بسته بندی ویژه برای حسگر SOFO و نصب کابل

مثال کاربردی: سد ریور (لتونی)

پلاوینوس هس، یک سد متعلق به مجموعه ای از سه ایستگاه برق آبی مهم در رودخانه داگاوا در لتونی (شکل 13) می باشد. از حیث ظرفیت، این بزرگ ترین نیروگاه برق آبی در لتونی بوده و سومین سطح از پروژه هیدروالکتریک داگاواس می باشد. این سد در 197 کیلومتری از داگاوا ساخته شده واز نظر معماری و ساخت منحصر به فرد است- برای اولین بار در تاریخ عملیات سازه های آبی، یک نیروگاه برق آبی بر روی فونداسیون های رسی- شنی و شنی- رسی با حداکثر استانه فشار 40m ساخته شد. ساختمان HPP با یک سرریز ترکیب شده است. کل مجتمع ساختمانی به شدت فشرده و متراکم است. هم چنین سازه آبی در نیروگاه برق آبی نصب شده و ظرفیت فعلی آن 870000 کیلووات است.



شکل 13: رودخانه و سد داگاوا

یکی از گالری های بازرسی سد بر یک سیستم متشکل از سه مفصل قیری می باشد که دو بلوک مجزا از سد را به هم متصل می کنند. به دلیل فرسایش آب، مفصل ها قیر خود را از دست داده و توزیع مجدد بار در بازوهای بتونی ظاهر می شود. چون سازه دارای سن تقریبا 40 سال است، به دلیل افزایش سن، شرایط ساختاری و سازه ای بتون می تواند در معرض خطر باشد. از این روی توزیع مجدد بار ها می تواند موجب تحریک آسیب به بازوی بتون شده و در نتیجه آب گرفتگی در گالری سد رخ می دهد. به منظور افزایش ایمنی و بهبود فعالیت های مدیریتی، کرنش میانگین در بازوی بتونی نزدیک به مفاصل پایش می شود. سیستم DiTeSt با حسگر دفورماسیون SMARTape و کابل سنجش دما برای این منظور استفاده می شود (شکل زیر را ببینید). حسگر ها توسط شرکت VND2 با پشتیبانی SMARTEC نصب شده و به صورت از راه دور از دفتر SMARTEC پیکر بندی می شوند. نرم افزار تشخیصی استانه با ماژول هشدار بازپخش برای ارسال هشدار های قبلی و هشدار ها از ابزار DiTeSt به دفتر کنترل نصب شدند.



شکل 14: نصب SMARTape و کابل سنجش دما

مثال کاربردی: پروژه iLevee (امریکا)

هدف پروژه iLevee¹ سیستم های هوشمند پاسخ و هشدار پایش حافظت از سیلاب، در ایالت لویزیانا، ارایه یک سیستم هشدار دهی و پایشی در راستای پیش گیری از خرابی مرحله اولیه هم از حیث ناپایداری زمین و هم از حیث تراوش و نشت سد، می باشد. هم چنین هدف از استفاده از سیستم پاشی، بهبود آگاهی ایمنی، ارایه اطلاعات ملموس در خصوص وضعیت و شرایط خاکریز قبل، در طی و پس از سیلاب و اجتناب از رویداد های فاجعه آمیز نظیر رویداد هایی که پس از طوفان کاترینا در 2005 رخ دادند می باشد. استفاده از سنجش فیبر نوری توزیع شده به غلبه بر مسئله موقعیت حسگر بهینه کمک کرده و امکان پوشش ساختاری کامل را در مقیاس چندین کیلومتر می دهد. پایش بلند مدت پیوسته در طی طول عمر کامل خاکریز امکان جمع اوری داده هایی را برای بهبود دانش عمومی ما از این سازه ها داده و مزایای زیادی را در طراحی، بهره برداری و نگه داری از خاکریز های آینده دارد. به منظور اثبات و تشریح فناوری های سنجشی مختلف، تعدادی از این بخش های آزمایشی از جمله یک مقطع دیواره A و مقطع دیواره T با توزیع حسگر های دمایی و کرنشی، ارایه شده اند.

شکل 15 و 16 نصب کابل های سنجش دما و کرنش توزیعی SMARTProfile را در فونداسیون خاکریز و بر روی مقطع دیواره A و T نشان می دهد. این حسگر هاف امکان تشخیص و مکان یابی رویداد هایی نظیر محل شروع خرابی خاکریز، تراوش، ایجاد حفره و تونل و تشکیل ترک را در مقاطع دیواره ای یا حرکات غیر طبیعی مفصل ها می دهد.



شکل 15: نصب حسگر SMARTprofile در ترانشه بر روی قسمت حفاظت شده خاکریز



شکل 16: نصب حسگر SMARTprofile در یک شیار بر روی بالای مقطع دیواره خاکریز

نتیجه گیری

استفاده از حسگر های فیبر نوری توزیعی برای پایش سازه های شهری و زیر ساخت ها، موجب ایجاد امکانات و پتانسیل هایی شده است که در سیستم حسگر مرسوم و سنتی، نظیر ندارند. به لطف استفاده از فیبر نوری تک حالت با طول ده ها کیلومتر، امکان دست یابی به اطلاعات متراکم در خصوص کرنش سازه و توزیع دما وجود دارد. به این ترتیب این فناوری از اهمیت ویژه ای برای سازه های بزرگ و طویل از جمله برای سد ها، معادن و خاکریز ها به جز پل ها و خط لوله ها برخوردار است. مثال های کاربردی ارائه شده در این مقاله نشان می دهند که با استفاده از یک طراحی حسگر مناسب امکان نصب موفق حسگر های توزیعی بر روی سازه های بزرگ و دست یابی به داده های مفید برای ارزیابی و مدیریت سازه های پایش شده وجود دارد.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی