Il monitoraggio di opere del genio civile tramite sensori a fibre ottiche

Autor(en): **Ballerini, Gianluca / Inaudi, Daniele / Casanova, Nicoletta**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning**

Band (Jahr): **- (1998)**

Heft 1

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-131388

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Il monitoraggio di opere del genio civile tramite sensori a fibre ottiche

Gianluca Ballerini, ing. dipl. ETH/SIA,
Daniele Inaudi, Ph.D.Phys.
Nicoletta Casanova, ing. dipl. ETH/SIA,
Smartec SA, Grancia
Samuel Vurpillot, ing. dipl. ETH,
IMAC, Politecnico di Losanna

1. Monitoraggio strutturale: introduzione

La sicurezza delle opere del genio civile richiede un controllo periodico delle strutture.

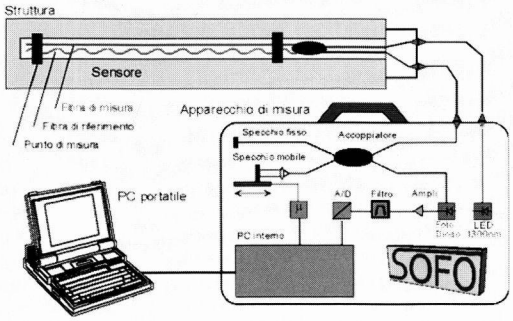
I metodi utilizzati attualmente (ispezione visiva, triangolazione topografica, estensimetri meccanici, corde vibranti, ecc.) sono gravosi nei metodi e nei tempi e prevedono la presenza di personale specializzato.

La conseguenza di questa complessità porta a costi molto elevati e alla diminuzione dei controlli periodici. Inoltre la risoluzione spaziale è molto ridotta e solo la presenza di anomalie nel comportamento generale dell'infrastruttura induce ad un'ispezione più dettagliata e precisa. È manifesta, dunque, la necessità di una strumentazione che permetta il controllo delle opere del genio civile (anche all'interno) permanente, automatico, con ottima precisione e buona risoluzione spaziale. In quest'ottica si è sviluppato il concetto di strutture intelligenti ("Smart Structures") che ha dimostrato la sua efficacia in molti settori dell'ingegneria e delle scienze applicate ed in particolare nel campo dell'aeronautica e dei materiali compositi. Una struttura intelligente è equipaggiata al suo interno con una rete di sensori a fibre ottiche che permettono di controllare tutti i parametri fondamentali per la sicurezza (deformazioni, temperatura, presenza di agenti chimici, umidità, ecc.) e di pianificare gli interventi di manutenzione e ripristino.

Questi sensori a fibre ottiche offrono molti vantaggi rispetto ai metodi tradizionali: la quantità e la qualità dei parametri misurabili, la possibilità di effettuare misure a distanza e automatiche, l'insensibilità alla corrosione ed ai campi magnetici (alta tensione, ferrovia a corrente continua, metrò, temporali), la piccola dimensione e la facilità di installazione.

Queste prerogative inducono ad applicare il concetto delle strutture intelligenti anche alle opere del genio civile (ponti, dighe, gallerie, aereostazioni, coperture, ecc.) della geotecnica e della meccanica dei terreni per monitoraggi periodici, automatici a corto e lungo termine.

Nel 1992 un istituto del politecnico federale di Losanna, l'IMAC[1], ha iniziato gli studi, lo sviluppo e l'industrializzazione (con una ditta spin-off) di sistemi per il monitoraggio di opere del genio civile tramite sensori a fibre ottiche.



1 — Principio del sistema di misura SOFO

2. Descrizione del principio

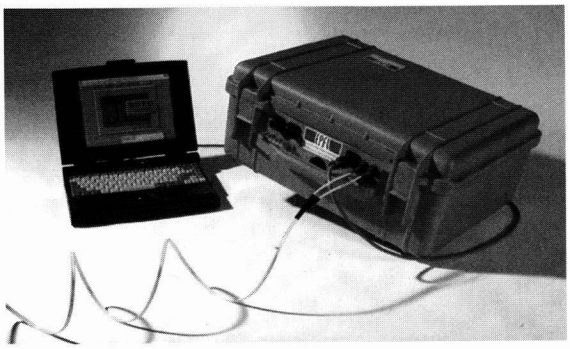
Il sistema sviluppato si basa sul principio dell'interferometria a bassa coerenza (vedi fig. 1). Un diodo elettroluminescente (LED) invia un'emissione infrarossa in una fibra monomodo di tipo Telecom. L'emissione viene trasmessa tramite un accoppiatore nelle due fibre installate nel sensore. Le due fibre sono fissate alla struttura nei due punti di misura (fig. 1).

Una fibra, detta fibra di misura, ha una pretensione dello 0.5% e segue tutte le deformazioni della struttura in allungamento e accorciamento. L'altra, detta fibra di riferimento ha una sovrallunghezza che le permette di rimanere insensibile a tutte le deformazioni. Uno specchio, posto alla fine delle due fibre, rinvia la luce all'accoppiatore

che ricombina i due fasci e li dirige verso l'analizzatore che è munito di due fibre ottiche la cui differenza di lunghezza è controllata con grandissima precisione da uno specchio mobile. Con lo spostamento dello specchio si ottiene una modulazione del segnale che viene rilevata sul fotodiodo, allorquando la differenza della lunghezza delle fibre dell'analizzatore compensa quella delle fibre installate nel sensore, con un errore inferiore alla lunghezza di coerenza della fonte (circa qualche centesimo di millimetro).
Ogni volta che si effettua una misura si ottiene una nuova posizione di compensazione che traduce la deformazione della struttura rispetto alla misura precedente.

3. Descrizione del sistema di misura

Il sistema di misura, che ha preso il nome SOFO (Surveillance d'Ouvrages par Fibres Optiques), è stato perfezionato, come detto, all'IMAC con la collaborazione del LMS[2], la Passera + Pedretti SA e l'IMM[3] SA di Grancia nell'ambito di un progetto di ricerca finanziato dal CIT[4].



2 — PC portatile con l'apparecchio di misura stagno e resistente agli shocks

Il sistema è composto da un'unità di lettura collegata ed interamente controllata da un computer (fig. 2) e dai sensori che vengono installati nelle diverse strutture che possono essere per esempio:
— strutture in calcestruzzo armato, acciaio, legno e materiali misti;
— opere sotterranee;
— cavi d'ancoraggio e precompressione;
— nuovi materiali da costruzioni.
Grazie al principio ottico usato e al sistema di misura sviluppato, l'installazione dei sensori e l'uso dell'apparecchiatura di misura è particolarmente semplice e concepito per il cantiere.
Sono misurabili deformazioni statiche in allungamento e accorciamento dell'ordine dei 2/1000 mm, non è necessaria nessuna calibrazione; sono possibili misure a distanza (l'apparecchio di misura può essere a qualche chilometro dalla struttura e può inviare via modem le misure direttamente in ufficio); i sensori sono insensibili all'umidità, ai campi magnetici e agli shocks (vibrazioni, getto); in cinque anni di misure non è stata verificata nessuna deriva. La tabella seguente riassume le principali caratteristiche tecniche del sistema SOFO.

Caratteristiche tecniche del sistema SOFO	
lunghezza di misura	: tra 20 cm e 10 m (sensori speciali fino a 50 m)
risoluzione	: 2 micron (2/1000 mm) indipendentemente dalla lunghezza misurata
dinamica	: 1% in allungamento e 0.5% in accorciamento (sensori) fino a 150 mm in allungamento e accorciamento (unità di lettura)
precisione	: migliore dello 0.2% della deformazione misurata
velocità di misura	: meno di 10 secondi per misura
stabilità	: nessuna deriva negli ultimi 5 anni
calibrazione	: nessuna
memorizzazione dei dati	: in una singola banca dati per progetto
approvvigionamento elettrico	: rete a 220v, oppure batteria interna ricaricabile (più di 500 misure)
unità di lettura	: valigia stagna, dimensioni 470x390x175 mm, con un peso di 13 kg (batteria compresa)
sistema operativo del computer	: Windows 95® - compatibile
software	: banca dati compatibile con Access® (trasportabilità su Excel)

3 — Elenco delle caratteristiche tecniche del SOFO

4. Esempi di progetti realizzati con il sistema di misura SOFO

4.1 Ponte autostradale sulla Venoge (Canton Vaud)

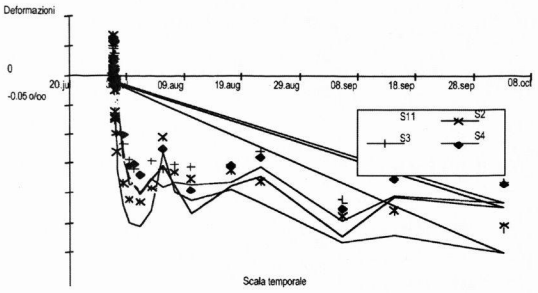
Questo ponte misto, acciaio-calcestruzzo, è stato equipaggiato in collaborazione con l'ICOM[5] e il Canton Vaud, e costituisce la prima esperienza del sistema di misura fuori dai laboratori di ricerca (estate 1995).

Una trentina di estensimetri a fibre ottiche collocati nella piattabanda misurano, nelle tre sezioni, le deformazioni del calcestruzzo sui 5.7 m di larghezza e su lunghezze di 1 m. Vengono così quantificate tutte le deformazioni dovute ai carichi.

I trenta sensori sono stati prodotti all'IMAC. La loro installazione è stata semplice e rapida senza ritardare la realizzazione dell'opera (si noti che la messa in opera della strumentazione non era prevista nella pianificazione del cantiere).

I sensori, inoltre, non hanno ostacolato il getto ed hanno permesso di misurare l'espansione ed il ritiro del calcestruzzo sin dalle prime fasi della presa (fig. 4).

Questa prima esperienza di strumentazione di un'opera reale e complessa si è rivelata particolarmente positiva in quanto ha dimostrato come il sistema di misura SOFO è adatto alle condizioni di un cantiere.



4 — Misure di ritiro della piattabanda del ponte misto.
Si distingue la fase di ritiro ed espansione del calcestruzzo

4.2 Determinazione della freccia per mezzo della doppia integrazione delle curvature

È d'attualità il grande interesse per la misura della freccia dei ponti con carico puntuale (prove di carico) e a lungo termine. Per poter utilizzare gli estensimetri a fibre ottiche per questo scopo è stato sviluppato un algoritmo, il quale calcola la freccia verticale di una trave grazie alle misure fatte su degli estensimetri orizzontali alloggiati in piani fra loro paralleli.

Questo algoritmo si basa semplicemente sull'espressione che mette in relazione la freccia e le curvature di un elemento prismatico flesso.

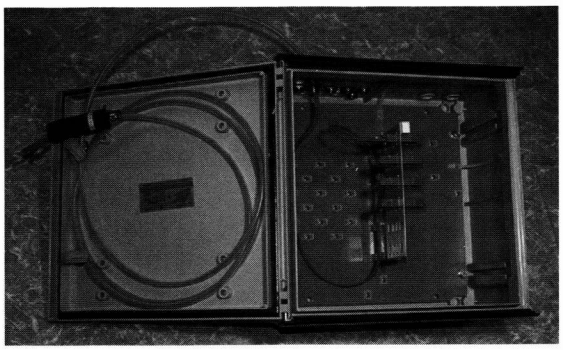
È dunque possibile, collocando una fibra al livello superiore ed una a quello inferiore di una cellula, con tre cellule per elemento della trave, trovare le curvature di quest'ultimo e quindi la deformata dell'elemento considerato. Le condizioni di continuità (deformata e pendenza) alle estremità di ogni elemento sono sufficienti per ottenere la deformazione reale della trave.

In altre parole: conoscendo le condizioni ai limiti, rappresentati dalla posizione dei due appoggi alle estremità, sono sufficienti dodici estensimetri a fibre ottiche per stabilire la deflessione esatta in tutti in punti di una trave su tre appoggi caricata uniformemente. Le prove per dimostrare la validità di questo modello sono state eseguite all'IMAC su una trave in legno attrezzata con dodici estensimetri suddivisi in sei cellule.

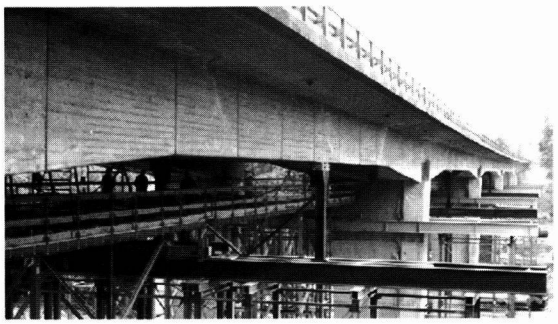
Le prove inoltre ci permettono di confrontare le deformazioni calcolate con le misure fatte con gli estensimetri a fibre ottiche e quelle misurate, in qualche punto, con degli estensimetri meccanici. La concordanza è molto soddisfacente per il caso con due appoggi (errore inferiore all'1%), mentre è buona per quello a tre appoggi (errore inferiore all'8%). Questi valori erano largamente preventivati in quanto le cellule erano in sovrannumero nella prima trave, mentre erano in numero corretto nella seconda.

Da notare inoltre, che la modellizzazione permette di ottenere in modo intrinseco la posizione dell'appoggio centrale.

Lo stesso principio è applicato al monitoraggio del ponte della Lutrive (Canton Vaud) e del viadotto des Vaux (Canton Friborgo).



5 — Armadietto di cablaggio per l'organizzazione dei sensori e per centralizzare i punti di misura



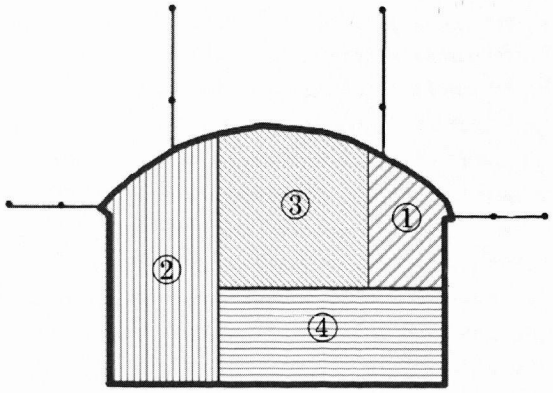
6 — Foto del ponte sulla Versoix

4.3 Ponte autostradale sulla Versoix (Canton Ginevra)
Questo è stato il progetto che ha permesso di mettere in pratica il modello tecnico presentato nel capitolo precendente.
Il ponte della Versoix è un ponte a cassoni a doppia corsia, è precompresso ed è lungo ca. 300 m.
Nella primavera del 1996 è stata ampliata la piattabanda in modo da garantire una corsia d'emergenza e la possibilità di aggiungere la terza corsia.
L'IMAC, durante le fasi di progettazione, fu interpellato dallo studio d'ingegneria responsabile (Tremblet SA, Ginevra) per elaborare un concetto di monitoraggio per mezzo dei sensori a fibre ottiche. Il committente (Canton Ginevra) accettò il preventivo dei costi e si proseguì con la progettazione.
Il capitolato d'oneri prevedeva che le misure servissero da una parte a descrivere le interazioni fra il calcestruzzo vecchio e quello nuovo e dall'altra a determinare la freccia orizzontale e verticale con il modello di calcolo presentato precedentemente. Questi obiettivi imposero lo sviluppo di una rete 3D di 100 sensori a fibre ottiche da installare nel ponte. Come concordato con il committente, questa rete non copre tutto il ponte ma solo le prime due campate (su un totale di sei).
Nella prima sono implementate cinque cellule da quattro metri cadauna, mentre nella seconda ce ne sono sette. Ogni cellula di misura ha otto sensori paralleli che ci permettono, grazie alle ridondanze, di fare precise osservazioni sul piano di curvatura.

In un progetto di monitoraggio abbastanza complesso è molto importante non ostacolare, con le installazioni dei sensori, lo svolgimento del cantiere. È allora di fondamentale importanza rispettare i tempi pianificati, soprattutto prima del getto quando vengono fissati i sensori alla rete di armatura. Da notare che né l'équipe per la posa dell'armatura né quella per il getto è al corrente della posa dei sensori.
Questo progetto è diventato il punto di riferimento delle opere del genio civile monitorate con sensori a fibre ottiche in quanto la cura della progettazione, dell'installazione e della trattazione dei dati hanno permesso di ottenere un gran numero di informazioni sul comportamento del ponte.
Inoltre le misure, che vengono fatte da un unico armadio in cui arrivano tutti i sensori, verranno realizzate in automatico, periodicamente, e trasferite via modem in modo da permettere un controllo a distanza.

4.4 Camera di manutenzione del pozzo piezometrico della diga del Luzzone (Ticino)
Il recente innalzamento della diga del Luzzone ha permesso due interessanti applicazioni del sistema SOFO. Nel primo caso si è trattato di misurare i movimenti della roccia durante le fasi di ingrandimento della camera di manutenzione del pozzo piezometrico. Questa galleria è stata scavata in modo convenzionale tramite uso di esplosivi. Una volta realizzate le due gallerie pilota (sezioni 1 e 2 nella fig. 7), si è proceduto all'installazione di quattro sensori multi-punto installati ed iniettati in appositi foraggi orizzontali e verticali.
Al momento della rimozione della sezione 3, è stato possibile quantificare i movimenti della volta. Questi si sono rivelati inferiori a quelli che ci si

poteva attendere per il tipo di roccia in questione. Le misure hanno dunque permesso di confortare il progettista nel dimensionamento della volta in calcestruzzo.



7 — Schema della camera di manutenzione del pozzo piezometrico della diga del Luzzone (tappe di brillamento)

La seconda applicazione è stata realizzata in collaborazione con l'istituto IBWK[6] del politecnico federale di Zurigo e consiste nella misura delle deformazioni interne del calcestruzzo utilizzato per innalzare la diga. I sensori sono stati installati all'interfaccia tra il vecchio e il nuovo calcestruzzo e in vari altri punti della nuova costruzione. Tutti i trasduttori a fibre ottiche hanno perfettamente resistito all'annegamento nel calcestruzzo a granulometria grossa ed ai vibratori di notevole diametro. Le misure, combinate con quelle di temperatura ed umidità realizzate dall'IBWK permetteranno una migliore conoscenza dei fenomeni legati alla messa in opera ed all'evoluzione nel tempo di grandi masse di calcestruzzo. Sono previste misure regolari sull'arco di diversi anni.

4.5 Prove di carico su pali (Ennethorw-Canton Lucerna)
Nell'ambito del progetto di costruzione della galleria a cielo aperto Spier sull'autostrada N2/6 ad Ennethorw (Canton Lucerna) è prevista una palificazione galleggiante con pali di diametro 45 cm, prefabbricati in calcestruzzo centrifugato.
Per verificare il comportamento ipotizzato dei pali, sono state eseguite, in due zone diverse, delle prove di carico su 3 pali di lunghezza fino a 32 metri. Per controllare il comportamento sotto carico, nei pali, in un foro centrale di circa 70 mm, sono stati installati 7-8 sensori di 3-4 metri posti a catena e legati assieme con del filo di acciaio. Il foro è stato quindi iniettato con una malta espansiva e molto fluida, che ha permesso una buona presa con il palo, ma ha garantito un modulo elastico sufficientemente basso in modo da consentire ai sensori di seguire con grande precisione le deformazoni effettive del palo ad ogni gradino di carico.
In questo cantiere le misure sono state eseguite in modo automatico ad intervalli prestabiliti.

8 — Foto dell'installazione dei sensori in un palo centrifugato a Ennethorw (autostrada N2/6)

I gradini di carico in funzione del tempo sono stati concordati con il geologo responsabile. Le deformazioni relative di tutta l'infrastruttura sono state verificate in parallelo con comparatori meccanici e triangolazioni topografiche.
Il sistema di misura SOFO è stato scelto dal committente in particolare grazie alla facilità e alla flessibilità nell'installazione e grazie alla possibilità di misurare in modo automatico.

4.6 Altri progetti in breve
Ricordiamo che il primo progetto di monitoraggio con sensori a fibre ottiche risale all'inizio del 1992, e che oggi sono circa una trentina le opere equipaggiate con questi estensimetri.
Già dall'inizio, allo scopo di diversificare il sistema di misura SOFO, sono stati intrapresi progetti di diversa natura che presupponevano un potenziale per l'estensimetro ottico:

— I sensori SOFO sono stati installati in cavi d'ancoraggio per le rocce (Val Rovana), in modo da determinarne gli allungamenti.
  I risultati sono stati lusinghieri in quanto più della metà delle fibre ottiche implementate hanno resistito al montaggio dei cavi, all'in-

stallazione, all'iniezione, alla messa in tensione così come all'uso in sito.

— Le fibre ottiche sono state installate anche nel calcestruzzo proiettato delle volte di gallerie allo scopo di determinarne il comportamento. Le fibre, con una protezione in Nylon di 0.9 mm, hanno resistito senza problemi alla messa in opera. Con questa applicazione è stato dimostrato che il sistema SOFO può essere utilizzato per controllare i rivestimenti delle gallerie.

— I sensori sono stati utilizzati anche per misurare il ritiro, parzialmente impedito, di muri (1m x 3m x 0.20 m) in calcestruzzo. Circa un centinaio di sensori sono stati installati in quattro muri nel laboratorio dell'IMM. È stata la prima volta che venivano installati sensori in un numero così elevato il che ha permesso di fare le prime considerazioni per una produzione in serie.

— Con il sistema SOFO sono state eseguite le misure interne di una platea in materiale misto, acciaio-calcestruzzo (14m x 2m) sottomessa a un carico. Lo scopo era quello di quantificare lo sforzo. Queste prove, effettuate in collaborazione con l'ICOM, hanno permesso di valutare l'interazione dei due materiali e di misurare il ritiro parzialmente impedito del calcestruzzo.

— È stato sviluppato un sensore SOFO resistente ad alte temperature (fino a 200°C) per le misure in una centrale nucleare. Il committente (EDF, Electricité de France) ha realizzato un modello in scala 1:1 di una camera di pressione di cui vuole misurare le deformazioni quando viene sollecitata con un vapore acqueo che arriva a 180°C.
Il sensore SOFO è risultato l'unico impiegabile in quanto è insensibile alle variazioni di temperatura e permette le misure a distanza, fattore determinante per motivi di sicurezza.

— Sul ponte autostradale della Lutrive (A12, Canton Vaud) sono stati installati i sensori SOFO sulla lunghezza di uno sbalzo per analizzare la freccia e le tensioni in funzione del gradiente termico. Questo progetto è stato cofinanziato dal Dipartimento delle Costruzioni Cantonale in quanto erano ipotizzate delle patologie strutturali.

5. Sviluppi previsti

Ci sono numerosi progetti in fase di elaborazione sia per quanto riguarda nuove applicazioni, sia per quanto riguarda lo sviluppo. Nell'ambito dello sviluppo (alcuni lavori di dottorato all'EPFL, progetto SOFO 2001) si sta lavorando per concepire un apparecchio di misura che permetta, sulla base dei sensori attualmente usati (misure statiche) di effettuare misure di deformazione dinamiche e misure chimiche (PH e umidità). Ci si sta inoltre adoperando per diversificare i sensori: sono in fase di sviluppo sensori molto fini, sensori per la temperatura, per la pressione e sensori di forza per i cavi di precompressione.

6. Conclusioni

Gli estensimetri a fibre ottiche determinano un salto tecnologico e qualitativo nell'ambito del monitoraggio, a breve e a lungo termine, delle opere del genio civile. Questo sistema garantisce una risoluzione per le misure statiche di 2/1000 mm (in allungamento e in accorciamento) e offre, attraverso procedure specializzate del computer, trattazioni automatiche e accelerate dei dati, il che permette all'utente di fare le misure con estrema facilità e velocità. Inoltre permette misure a distanza, è insensibile ai campi elettromagnetici e alla corrosione così da divenire impareggiabile in applicazione con condizioni estreme.
Il fatto che per i sensori SOFO vengano utilizzati cavi a fibre ottiche Telecom standard, garantisce una grande qualità dei materiali, una prevedibile diminuzione dei prezzi e un'affidabilità a lungo termine. I dati oggettivi ottenuti permettono una pianificazione efficiente della manutenzione e del ripristino strutturale, il controllo della qualità dei materiali messi in opera e la conoscenza del comportamento reale delle strutture e del loro ambiente circostante. La conoscenza di questi dati permette sovente tangibili risparmi economici sia a corto sia a lungo termine.

1 Institut de mesure et analyse des contraintes du département du génie civil, Prof. L. Pflug

2 Laboratoire de mécanique des sols (EPFL)

3 Istituto Meccanica dei Materiali SA

4 Commissione per la tecnologia e l'innovazione

5 Institut de construction métallique (EPFL)

6 Institut für Baustoff, Werkstoffchemie und Korrosion, ETHZ

Bibliografia

Construction of a 100-tonns holographic table, L. Pflug,

Schema della camera di manutenzione del pozzo piezometrico della diga del Luzzone (tappe di brillamento). M. Pedretti, Practical holography VII: Imaging and materials, San Jose 1993, SPIE Volume 1914, 50-54

Mesure des déformations de grandes ouvrages par fibres optiques en interférométrie basse cohérence, D. Inaudi, Conférence Mesure optique des formes 3D et des grandes déformations Tours novembre 1994.

Development of interferometric fiber optic extensometers to monitor geostructures, L. Vulliet, D. Inaudi, A. Wyser, S. Vurpillot, L. Pflug, Field Measurements in Geomechanics 4th International Symposium, Bergamo April 1995.

Low-coherence interferometry for the monitoring of concrete structures, S. Vurpillot, D. Inaudi, P. Mivelaz, European Symposium on Optics for Environmental and Public Safety, Munich June 1995, SPIE Volume 2507, 35-44

Mesure des déformations de grandes structures par senseurs à fibre optique, D. Inaudi, S. Vurpillot, L. Pflug, Research and development in the field of Dams, Crans-Montana, September 1995

Mathematical model for the determination of the vertical displacement from internal horizontal measurements of a bridge, S. Vurpillot, D. Inaudi, A. Scano, Smart Structures and materials, San Diego February 1996, SPIE Volume 2719-05.

In-line coherence multiplexing of displacement sensors: a fiber optic extensometer, D. Inaudi, S. Vurpillot, S. Lloret, Smart Structures and materials, San Diego February 1996, SPIE Volume 2718-28.

Development and laboratory tests of deformation fiber optic sensors for civil engineering applications, L. Vuillet, N. Casanova, D. Inaudi, A. Osa-Wyser, S. Vurpillot, International Symposium on Lasers, Optics and Vision for Productivity in Manufacturing, Europto Series, Besançon, 10-14 June 1996.

Bridge Monitoring by Interferometric Deformation Sensors, D. Inaudi, S. Vurpillot, N. Casanova, Laser Optoelectronics and Microphotonics: Fiber Optics Sensors, SPIE, Beijing November 1996

Railway bridge monitoring during construction and bridge displacement, D. Inaudi, N. Casanova, P. Kronenberg, S. Vurpillot; Smart Structures and Materials, San Diego Mars 1997, SPIE Vol. 3043-08

Dam monitoring with fiber optic deformation sensors, P. Kronenberg, N. Casanova, D. Inaudi, S. Vurpillot; Smart Structures and Materials, San Diego Mars 1997, SPIE Vol. 3043-02

Summary

Security in works of civil engineering requires periodical checking of the structures.
The methods used at the present time are extremely demanding procedures that require a lot of time and specialized personnel.
The consequence of the complexity of these methods is extremely high costs and a reduction in the number of periodic checks. Furthermore, the number of checks in a given area is greatly reduced and only the presence of anomalies in the general behaviour of the infrastructure gives rise to more detailed and precise inspection.
Therefore, it is quite clear that it is necessary to have instruments that permit permanent automatic checking of the works of civil engineering.
This checking must be extremely precise and have good spatial resolution (a large number of checks in a given area).
With this purpose in view, the concept of smart structures was developed; it has demonstrated its efficacy in many branches of engineering, the applied sciences and, in particular, in aeronautics and composite materials.
A smart structure is internally equipped with a network of optical fibre sensors, which makes it possible to check all the fundamental security parameters (deformations, temperature, the presence of chemical agents, humidity, etc.) and to plan maintenance and repair work. These optical fibre sensors have many advantages over traditional methods: the quantity and quality of the measurable parameters, the possibility of performing remote automatic measurements, resistance to corrosion and to magnetic field interference, small dimensions and ease of installation. These special qualities have resulted in the application of the concept of smart structures to the works of civil engineering, of geotechnics and of soil mechanics for long and short term automatic periodic monitoring.
In 1992 an institute of the Federal Polytechnic of Lausanne began the study, development and industrialization of systems for the monitoring of works of civil engineering by means of optical fibre sensors.