



DIMMS
CONTROL SPA

SISTEMA DI MONITORAGGIO IN FIBRA OTTICA SU VIADOTTO ACCIAIO O C.A.P.

Negli ultimi anni lo sviluppo di sensori in fibra ottica ha visto accrescere enormemente la possibilità di monitorare in continuo, in svariati campi applicativi, le deformazioni delle strutture. Nel campo dei ponti e dei viadotti l'utilizzo di un sistema di monitoraggio in fibra ottica consente di verificare il comportamento teorico dell'opera in fase di esercizio, o laddove il sistema venga montato su trave a terra, di seguire l'evoluzione dello stato deformativo nel corso del varo della struttura, segnalare la presenza di eventuali difformità dal comportamento atteso e, dunque, individuare la zona o le zone di intervento.

Il Sistema

Il sistema prevede l'utilizzo di una fibra ottica singolo modo con rivestimento in PVC di tipo "tight" di 900 micron per la misura di deformazione, eventualmente accoppiata ad una fibra ottica singolo modo di tipo "loose tube" per la misura di temperatura (opzionale), da disporre mediante opportuno ancoraggio lungo l'intera lunghezza della trave.

Per una migliore valutazione dello stato di deformazione del viadotto è opportuno, dove possibile, porre in opera almeno due fibre parallele a diverse quote; in mancanza delle misure parallele la determinazione della inflessione della travata va fatta attraverso il modello di Bernoulli che potrebbe essere inficiato da comportamenti anomali della soletta e del collegamento travata soletta.

La rispondenza dell'opera realizzata ai modelli di calcolo e l'efficacia dei connettori trave-soletta sono monitorati se si dispone di due sensori di deformazione paralleli.

Anche in presenza di una sola fibra resta inteso che questa va disposta lungo la generatrice più eccentrica possibile rispetto alla linea dei baricentri della sezione reagente (teorica), quindi all'intradosso e all'estradosso della sezione stessa.

La fibra ottica è in grado di leggere sia sforzi di trazione che di compressione, quindi può essere installata lungo un piano qualsiasi della trave soggetto a deformazione.



Perché utilizzare un sistema di monitoraggio in fibra ottica

Rispetto alle tecniche di misura tradizionali che, per quanto complesse, riescono a fornire solamente misure puntuali di una grandezza (usualmente spostamento) lungo lo sviluppo dell'opera, l'utilizzo di un sistema in fibra ottica presenta il vantaggio di:

- ✓ *effettuare una misura continua dello stato deformativo della trave o dell'intero viadotto;*
- ✓ *avere costi di realizzazione contenuti;*
- ✓ *poter effettuare misure in intervalli di tempo molto ridotti;*
- ✓ *avere tempi di restituzione della misura rapidi (controllo in real-time della struttura).*



Restituzione dei dati

Mediante l'installazione di **una singola fibra ottica** di tipo "tight" è possibile ottenere, nell'ipotesi in cui sia trascurabile l'effetto della temperatura (nota: una variazione di 1°C dà luogo ad una lettura spuria di strain pari a 20 $\mu\epsilon$) :

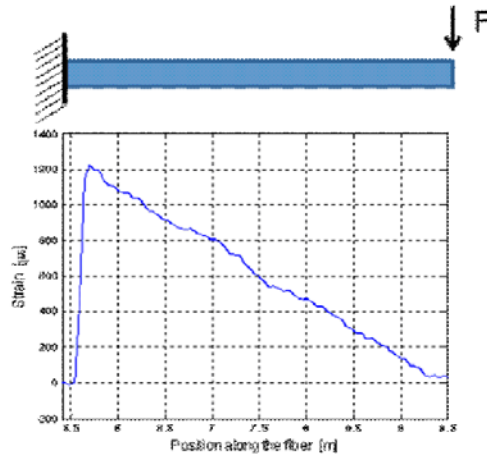
- ✓ *profilo di deformazione lungo l'intera fibra con risoluzione spaziale minima pari a 20 cm, range di misura massimo pari a 5 km e sensibilità pari a $\pm 20 \mu\epsilon$ ($\pm 20 \mu m/m$) *;*
- ✓ *in un sistema a sensori paralleli di deformazione si ottiene una stima della posizione dell'asse neutro delle sezioni rette dalla quale è immediato determinare la qualità della connessione della soletta e della travata nei viadotti misti acciaio-calcestruzzo ovvero soletta in calcestruzzo ordinario travata in calcestruzzo precompresso;*
- ✓ *evoluzione della deformazione nel tempo su una singola sezione oppure l'intera lunghezza della fibra, con frequenza di acquisizione dell'ordine di un profilo al minuto *;*
- ✓ *detezione non quantitativa di eventi di deformazione veloci con frequenza di acquisizione dell'ordine del decimo di secondo e localizzazione dell'evento lungo la fibra *;*
- ✓ *individuazione di localizzazioni della deformazione indice di danno localizzato entro la risoluzione spaziale della misura.*

Nella versione che prevede l'utilizzo di **due fibre ottiche**, una di tipo "tight" e l'altra di tipo "loose", il sistema è in grado di fornire:

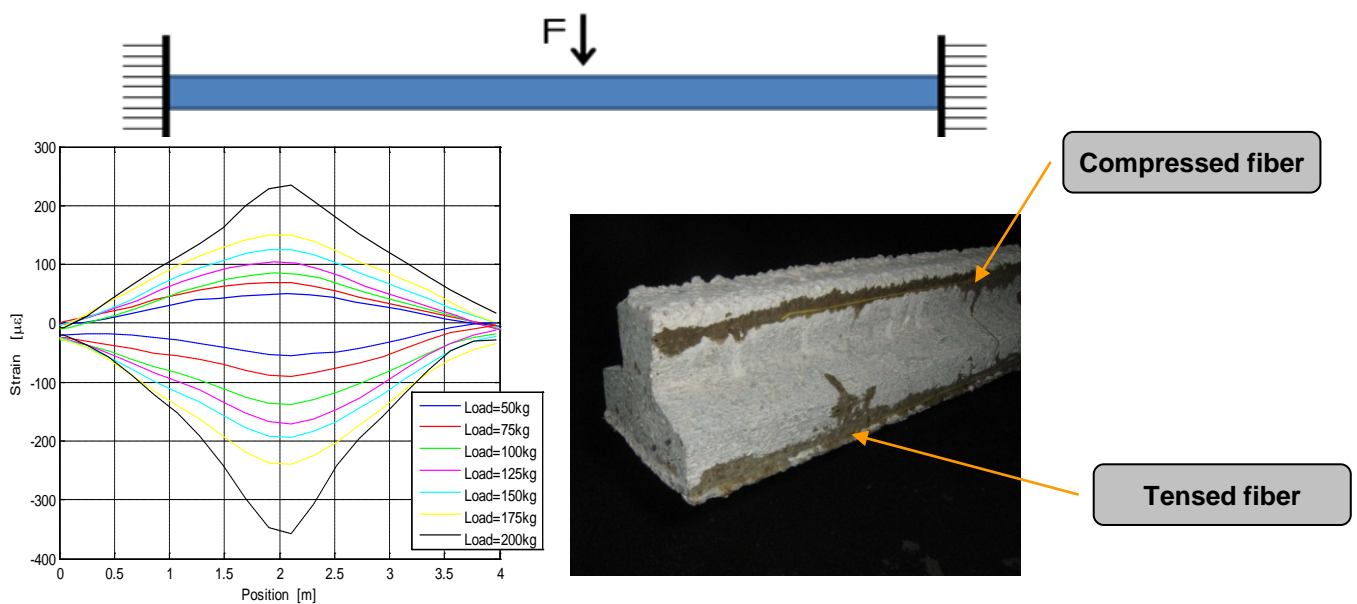
- ✓ *profilo di deformazione lungo l'intera fibra con risoluzione spaziale minima pari a 20 cm, range di misura massimo pari a 5 km e sensibilità pari a $\pm 20 \mu\epsilon$ ($\pm 20 \mu m/m$) *;*
- ✓ *in un sistema a sensori paralleli di deformazione si ottiene una stima della posizione dell'asse neutro delle sezioni rette dalla quale è immediato determinare la qualità della connessione della soletta e della travata nei viadotti misti acciaio-calcestruzzo ovvero soletta in calcestruzzo ordinario travata in calcestruzzo precompresso;*
- ✓ *profilo di temperatura lungo l'intera fibra con risoluzione spaziale minima pari a 20 cm, range di misura massimo pari a 5 km e sensibilità pari a $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ *;*
- ✓ *evoluzione della deformazione e temperatura nel tempo su una singola sezione oppure l'intera lunghezza della fibra, con frequenza di acquisizione dell'ordine di un profilo al minuto *;*
- ✓ *detezione non quantitativa di eventi di deformazione o temperatura veloci con frequenza di acquisizione dell'ordine del decimo di secondo e localizzazione dell'evento lungo la fibra *;*
- ✓ *individuazione di localizzazioni della deformazione indice di danno localizzato entro la risoluzione spaziale della misura.*

* durata di acquisizione, risoluzione spaziale e range di misura sono quantità correlate: per specifiche esigenze contattare DIMMS.

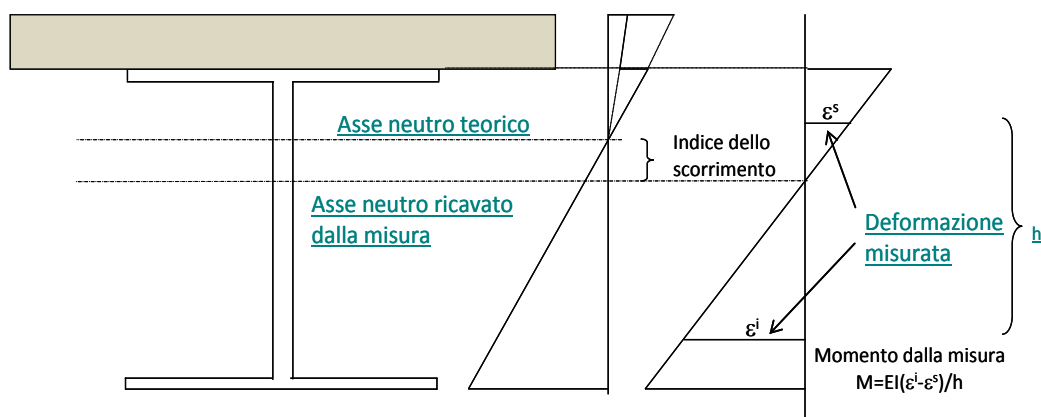




Esempio di misura distribuita di deformazione ottenuta mediante fibra ottica incollata lungo la faccia superiore della trave a sbalzo



Esempio di misure distribuite di deformazione ottenute mediante fibra ottica incollata lungo due generatrici parallele della trave appoggiata, una a quota inferiore del piano neutro per misure di sforzi di trazione, e una a quota superiore del piano neutro per misure di sforzi di compressione, al variare del carico applicato.



Misura della posizione dell'asse neutro delle sezioni rette mediante sistema a sensori paralleli di deformazione



Metodologia

La procedura prevede l'impiego di fibra ottica con rivestimento in PVC di tipo "tight" di 900 micron per il monitoraggio della misura di deformazione e di tipo "loose tube" (opzionale) per il monitoraggio della misura di temperatura. L'operazione consisterà inoltre nel connettere FC/APC i due spezzoni di fibre dopo averla applicata ed incollata con adesivo epossidico bi-componente sull'elemento da monitorare. L'operazione terminerà con la formazione di un pozzetto a protezione del tratto libero di fibra dal quale si otterranno le informazioni di lettura.

Tempistica

Il tempo di installazione dipende fortemente dalla modalità di installazione, che cambia a seconda della posizione della trave: a terra o montata in opera. A tale tempo va sommato quello necessario alla saldatura dei due capi della fibra incollata, dotati di connettori FC/APC e quello relativo al collegamento della fibra di sensing alla centralina di lettura. Ultimate le suddette fasi, se il livello di attenuazione risulta accettabile si passa ad acquisire la traccia di riferimento lungo ciascuna fibra installata; tale operazione si rende necessarie al fine di compensare le successive letture di temperatura/deformazioni dalle deformazioni dovute all'incollaggio. Il sistema sarà completato con il recapito e l'alloggio finale dei cavi in un pozzetto di protezione ed ispezione

Oneri a carico del Committente

A carico del Committente sarà l'individuazione e la custodia sul cantiere di un punto sicuro e facilmente accessibile come luogo di ubicazione delle estremità della fibra.

Il Committente provvederà a fornire il materiale e la manodopera occorrente alla formazione di un pozzetto di protezione dell'estremità della fibra.

Nel caso di montaggio della fibra in posizioni non accessibili ordinariamente, il Committente provvederà a rendere raggiungibili i punti di allocazione della fibra anche mediante l'utilizzo dei propri mezzi d'opera utili allo scopo.





MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE ITALIANO
Laboratorio calcestruzzo e acciaio - art. 59 D.P.R. 380/01, art.20 L. 1086/71
Laboratorio terre e rocce - art.59 D.P.R. 380/01
Indagini geognostiche e prove in sito - art.59 D.P.R. 380/01



LABORATORI AUTORIZZATI DAL
MINISTERO DEI TRASPORTI - ROMANIA



AUTORIZATIE - LABORATOR DE GRADUL II
ROMANIA



AZIENDA CERTIFICATA E.N.I. - SAIPEM



NATO CODIFICATION SYSTEM
(NCS) (NCAGE Code)



CERTIFICAZIONE ANAS
CERTIFICAZIONE AUTOSTRADALE PER L'ITALIA



UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
OHSAS 18001:2007



AZIENDA ASSOCIATA A CONFINDUSTRIA



DIMMS
CONTROL SPA

SEDE LEGALE

C.da Archi, 14/G
83100 Avellino
Italy

LABORATORI

Area A.S.I. Avellino
Via Campo di Fiume, 13
83030 Montefredane (AV)
Italy

BRANCH IN ITALIA

Via D. Bertolotti, 7
10121 Torino
Italy

BRANCH INTERNAZIONALI

Jud. Ilfov, comuna Corbena
Sat. Petresti, Str.Radarului 3
Romania