



SSM

Safety Structures Monitoring

Indice

Indice.....	2
SSM: Safety Structures Monitoring	3
Tipologie di strutture interessate.....	3
Schema organizzativo generale	4
Test dinamici.....	4
Elaborazione dei risultati sperimentali	7
Campi di applicazione.....	7
Controllo e monitoraggio strutturale.....	7
Studio di vibrazioni.....	8
Collaudi e calcolo capacità portante.....	8
Supporto alla progettazione.....	8
Chi sono gli utenti di SSM	10
Come usufruire dei vantaggi di SSM	10

SSM: Safety Structures Monitoring

SSM è una nuova tecnica in grado di fornire dati indispensabili per il controllo e la progettazione delle strutture attraverso prove effettuate in sito, valutando le vibrazioni ed il comportamento delle strutture (identificazione dinamica).

I dati così ricavati in modo sperimentale, vengono elaborati con un nuovo software attraverso metodi di calcolo originali.

Le analisi avvengono in modo estremamente approfondito e non invasivo, utilizzando i carichi naturali, cioè i carichi che la struttura normalmente sopporta.

L'analisi delle vibrazioni è sempre stato utilizzata dall'uomo, seppur in modo empirico: il famoso detto "provo a sentire la campana come suona", sfrutta lo stesso principio di SSM: valutare l'affidabilità di una struttura attraverso la risposta ad una sollecitazione. Oggi, grazie alle nuove tecnologie elettroniche ed informatiche, si è in grado di ottenere valutazioni quantitative e qualitative, prezioso supporto per i responsabili della manutenzione e per i progettisti.

SSM si potrebbe paragonare alla TAC effettuata sull'uomo, uno strumento potente in grado di fornire informazioni utili sia per la diagnosi che per la prevenzione.

I recenti crolli e dissesti di strutture anche di grande pregio, con relative vittime e danni materiali, indicano la necessità di approfondire il tema riguardante la sicurezza strutturale nel tempo.

SSM nasce da un progetto di ricerca realizzato in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica del Politecnico di Torino ed in particolare il gruppo di studio coordinato dal Prof. Alessandro De Stefano

Tipologie di strutture inter- essate

Le tecniche offerte da SSM sono applicabili a qualsiasi tipo di struttura, in quanto la metodologia è generica.

Particolari campi di applicazione sono:

- edifici storici in muratura
- ponti stradali ed autostradali, viadotti, opere d'arte
- strutture civili ed industriali in cemento armato e acciaio

Schema organizzativo generale

SSM - Structural Safety Monitoring

Schema organizzativo

Misura delle geometria della struttura



Test dinamici



Analisi e studio dei segnali

Modello FEM



Identificazione dinamica



Model Updatalog



Modello predittivo



Modello numerico corretto



Diagnosi per sintomo

Esecuzione calcolo su modello corretto

Test dinamici

La prova dinamica sulla struttura è suddivisa in una serie di fasi. La progettazione delle prove tiene in conto gli obiettivi da raggiungere e la situazione reale.

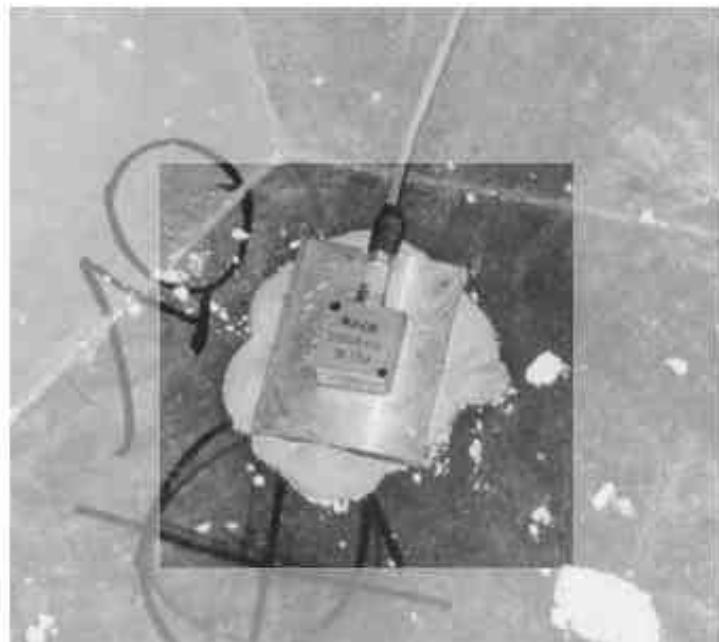
La prima operazione riguarda l'esatta definizione geometrica della struttura da esaminare, effettuata mediante un rilievo diretto.

In base alle caratteristiche ed ai parametri che si intendono rilevare si procede allo studio del posizionamento della strumentazione.

Si tratta di applicare alcuni accelerometri (6-24) in punti strategici della struttura e collegati ad una stazione di rilevamento.

Le caratteristiche di questi strumenti sono le seguenti:

- Accelerometri capacitivi:
 - tensione di alimentazione da 16 a 28 V
 - campo di temperatura tra -40 e + 185 °C
 - massimo errore di ampiezza: 0.4 % fino a 30 Hz; 2.8% fino a 100 Hz
 - massimo errore di fase: -0.4 gradi fino a 30 Hz; 21.5 gradi fino a 100 Hz
 - campo ottimale di utilizzabilità in frequenza: 0-30 Hz
 - campo di utilizzabilità in frequenza con correzione del segnale: 0-100 Hz:



Gli accelerometri sono collegati ad una centralina di rilievo (acquisitore-analizzatore) digitale a 16 canali con controllo "software" in ambiente Labview, interfacciato con Personal Computer compatibile MS Windows, che consente l'archiviazione delle misure su disco magnetico fisso interno.



Un operatore presiede alle operazioni di lettura, valutando in prima fase la bontà dei dati acquisiti.

I test possono essere effettuati in condizioni di carico imposto o di

carico ambientale.

Nel caso di carico imposto si usa la vibrodina, macchina costituta da una massa eccentrica fatta ruotare con velocità variabile che consente l'applicazione di un carico noto.

Se l'uso della vibrodina facilita alcune operazioni, presenta anche seri svantaggi:

- non sempre la struttura consente l'applicazione di questo strumento (es. cupole)
- il peso è di alcuni quintali e quindi di difficile movimentazione e posizionamento
- l'applicazione di un carico esterno potrebbe arrecare danni alla struttura in esame, soprattutto se già in fase di degrado
- i costi sono rilevanti

Il carico ambientale è il carico a cui è naturalmente sottoposta la struttura: ad esempio, il traffico nel caso di un ponte, le vibrazioni indotte dalle campane per un campanile, il vento, la microsismicità locale, a volte anche solo una martellata.



Questa possibilità è particolarmente interessante, in quanto offre una serie di vantaggi:

- non è richiesto la sospensione del servizio prestato dalla struttura (es. non è necessario bloccare il traffico nel caso di un ponte,).
- non si sottopone la struttura a carichi che potrebbero risultare incompatibili e danneggiare la struttura stessa
- i test risultano più rapidi e meno costosi rispetto alla condizione di carico imposto
- è possibile ripetere i test nel tempo con maggior facilità
- è possibile effettuare test su strutture complesse in cui risulterebbe oneroso se non impossibile l'applicazione di carichi imposti.

Elaborazione dei risultati sperimentali

Dopo l'acquisizione dei dati è necessaria una fase di elaborazione al fine di determinare i parametri che caratterizzano la struttura dal punto di vista dinamico.

La base teorica è costituita dallo sviluppo di nuove tecniche di identificazione strutturale con l'uso di strumenti avanzati di analisi dei segnali.

In particolare sono state sviluppate le seguenti tecniche:

- Tecniche di analisi del segnale per l'identificazione e il disaccoppiamento modale.
- Identificazione e caratterizzazione dello smorzamento

L'identificazione dinamica si può ottenere nel dominio del tempo o della frequenza, ricavando in questo modo le frequenze di vibrazione della struttura, lo smorzamento ed in generale il comportamento della struttura sottoposta a carichi.

Queste tecniche consentono di ottenere una buona risoluzione nel riconoscimento di modi ad alta frequenza, particolarmente utili in diagnostica, anche in condizioni di eccitazione non-stazionaria.

Campi di applicazione

Le funzionalità di SSM si possono applicare in aree distinte:

- **CONTROLLO E MONITORAGGIO STRUTTURALE**
- **STUDIO DI VIBRAZIONI**
- **COLLAUDI E CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE**
- **SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE**

Controllo e monitoraggio strutturale

Come noto il patrimonio monumentale italiano è tra i più rilevanti al mondo. I problemi di conservazione sono notevoli e SSM è un'ottima soluzione per quanto riguarda il controllo strutturale.

È possibile sia controllare la struttura occasionalmente, valutandone il livello di sicurezza globale, sia effettuare un vero e proprio monitoraggio costante, con strumentazione permanentemente posizionata ed in grado di raccogliere i dati o in modo continuo o al superamento di un valore di soglia.

Si tratta quindi di un controllo "on-line" della sicurezza che grazie ad Internet, può essere visionato in qualsiasi punto.

SSM consente anche il controllo e monitoraggio periodico destinato a grandi gestori di sistemi infrastrutturali (reti stradali, ferroviarie e di trasporto urbano; reti di distribuzione) e la sorveglianza delle principali opere d'arte (ponti, gallerie, armamenti per ferrovie e metropolitane, nodi di reti di distribuzione).

Studio di vibrazioni

Un'altra tematica affrontata da SSM è l'analisi delle vibrazioni indotte in strutture adiacenti a vie di comunicazione (ferrovie, metropolitane, linee tranviarie, autostrade).

Negli ambienti industriali è possibile valutare le sollecitazioni dinamiche indotte dai macchinari sui basamenti, al fine di determinare il corretto dimensionamento e garantire deformazioni e resistenza nel tempo.

Collaudi e calcolo capacità portante

SSM si applica anche per il collaudo delle strutture. In questo caso si confrontano i dati previsti dal progetto con i dati effettivi rilevati.

Nei progetti di ristrutturazione è importante verificare che le opere siano state eseguite come da progetto, ma soprattutto che si siano raggiunti gli obiettivi previsti, che sono in genere di consolidamento e miglioramento della capacità portante.

SSM può essere applicato prima delle opere, in fase di progettazione come ausilio al progettista, e dopo l'esecuzione per la verifica della bontà di esecuzione di interventi strutturali

Supporto alla progettazione

L'identificazione strutturale ottenuta in base allo studio delle vibrazioni acquisite mediante test dinamici, ha assunto un ruolo primario nella ricerca strutturale avanzata.

Il calcolo strutturale è condizionato dalla necessità di lavorare su modelli che devono rispondere a criteri di accuratezza e precisione. Qualsiasi calcolo, anche molto raffinato, eseguito su modelli non aderenti alla realtà fornisce risultati scarsamente attendibili.

Questo è ancora più vero se si opera sul costruito, in progetti di consolidamento o di modifica, spesso in condizioni di incertezza e con l'impossibilità di conoscere tutti i parametri necessari per fornire le garanzie richieste.

Gli attuali sistemi di calcolo, basati su tecniche FEM (Metodo agli Elementi Finiti), operano su modelli che in molto casi sono basati su ipotesi da verificare: per esempio si ipotizzano le caratteristiche dei materiali (modulo elastico), le dimensioni che in alcuni casi non sono rilevabili (pilastri cavi in muratura), il grado di vincolo, la continuità strutturale.

Le tecniche di "model updating" permettono di superare questi ostacoli.

I valori ottenuti per via sperimentale, che si possono ritenere certi, sono utilizzati come dati di confronto con i valori teorici risultanti da un modello FEM che approssima la struttura.

In particolare è possibile confrontare le frequenze sperimentali di vibrazione della struttura con le frequenze calcolate sul modello FEM.

Si possono assumere come variabili le caratteristiche ipotizzate e di cui si desidera conoscere il valore esatto. Queste variabili vengono coinvolte in processi iterativi sino a ritrovare i parametri trovati sperimentalmente.

In questo modo si perviene ad un modello corretto, in cui, a meno di un approssimazione definita, valori teorici e sperimentali coincidono.

Ne consegue quindi la possibilità di operare su di un modello FEM "tarato" sulla realtà, in grado di fornire risultati affidabili e corretti.

I vantaggi sono notevoli; in prima istanza si possiedono informazioni preziose che conducono ad un calcolo certamente più affidabile.

In questo modo è possibile prevedere in anticipo gli effetti di diverse ipotesi di intervento e controllare in seguito se l'intervento ha raggiunto l'obiettivo prefissato.

Altre tecniche consentono la diagnosi strutturale basata sull'analisi dei sintomi.



Chi sono gli utenti di SSM

SSM si rivolge a:

- Gestori di reti infrastrutturali (Ferrovie, Autostrade, Reti di distribuzione energetiche)
- Responsabili per il controllo e la manutenzione di edifici e monumenti storici (Soprintendenze, Enti pubblici, Privati)
- Professionisti che si occupano di calcolo strutturale

Come usufruire dei vantaggi di SSM

SSM è un servizio fornito da S.T.A. Engineering, un gruppo di lavoro di S.T.A. DATA srl, specializzato in analisi dinamica applicata alla sicurezza strutturale.

S.T.A. Engineering è costituito da personale altamente specializzato che in costante contatto con Gruppi di Ricerca Universitari, rende disponibili nuove modalità operative per il calcolo avanzato delle strutture.

Per ottenere l'analisi del problema è possibile rivolgersi a:

S.T.A. Engineering C.so Raffaello 12 10126 Torino ssm@stadata.com

È possibile anche l'acquisto del software e dell'hardware necessari per operare e sfruttare tutte le potenzialità di SSM. Sono inoltre previsti corsi di formazione per gli operatori.

Come tutte le tecnologie in fase di sviluppo, anche SSM è oggetto di continui aggiornamenti e migliorie.

In particolare è possibile esaminare richieste specifiche che consentono applicazioni mirate.

S.T.A. DATA srl si riserva di variare le caratteristiche dei propri programmi e servizi senza alcun preavviso.



WORKSHOP

NUOVE TECNICHE DI DIAGNOSTICA, MONITORAGGIO E SUPPORTO AL CALCOLO DI STRUTTURE CIVILI

Calendario:

- h. 8:30 - Registrazione dei partecipanti
- h. 9 - 9.15 Relatore: Ing. Adriano Castagnone S.T.A. DATA srl
Introduzione al Corso
- h. 9:15 - 11 Relatore: Prof. Alessandro De Stefano Docente Costruzioni in zona sismica
- Politecnico Torino
Fondamenti teorici di SSM
- h. 11-11.15 Break
- h. 11.15 - 13 - Relatore: Ing. Filippo Molinari Ricercatore Politecnico Torino
Modalità di sperimentazione (che cosa si misura e perché)
- h. 13 - 14 Lunch
- h. 14 - 15:45 Relatore: Ing. Ceravolo Ricercatore Politecnico Torino
Model Updating Organizzazione e correzione del modello
- h. 15:45 - 16 Break
- h. 16 - 18:00 Ing. Castagnone S.T.A. DATA srl
Esempi pratici di applicazioni

A chi è rivolto:

Il corso è rivolto ai Tecnici che desiderano acquisire conoscenza sulle nuove metodologie di analisi dinamica rivolte alla valutazione della sicurezza e del calcolo strutturale avanzato.

Dove si svolge:

Lo svolgimento è previsto presso l'hotel Concord a Torino, sito in via Lagrange 47, Torino dove avverrà anche la colazione di lavoro. È inoltre prevista una convenzione per chi desidera pernottare.

Data di svolgimento:

Il corso avverrà il 12 Dicembre 2001. Data ultima di iscrizione: entro il 30-11-01.

NB: I posti sono limitati. Le domande saranno accettate per ordine di arrivo





S.T.A. DATA srl - C.so Raffaello, 12 10126 Torino - 011 6699345 fax 011 6699375 www.stadata.com ssm@stadata.com

RICHIESTA DI PARTECIPAZIONE

COMPILARE IN MAIUSCOLO
Inviare via fax al n. 011 6699375 o spedire.

Spett.le S.T.A. DATA srl,

Il sottoscritto _____

Studio/Società _____ con sede in _____

CAP _____ via _____ n. _____ P. IVA _____

Tel _____ Fax _____ Email _____

conferma la partecipazione al workshop SSM:

NUOVE TECNICHE DI DIAGNOSTICA, MONITORAGGIO E SUPPORTO AL CALCOLO DI STRUTTURE CIVILI che si terrà a Torino il 12-12-01.

N. partecipanti * L. 590.00 (€ 297,49) cad

Tot. iscrizione: L. _____

sconto 10% per ogni partecipante successivo appartenente
allo stesso Ente o Azienda.

IVA 20% L. _____

L. 340.000 (€ 171,43) per Studenti con certificato di iscrizione

Tot: L. _____

r allego assegno n. _____ non trasferibile intestato a S.T.A. DATA srl

r invio copia bonifico bancario effettuato sul conto 19983 IBSPaolo-Imi ag. 6 Torino ABI 010265 CAB 01006

Distinti saluti

Data _____

Timbro e Firma _____

La quota comprende la partecipazione al corso, il materiale didattico distribuito e la colazione di lavoro.
Il corso verrà effettuato al raggiungimento di un numero minimo di partecipanti.
S.T.A. DATA srl si riserva di annullare il corso con semplice avviso ai partecipanti restituendo gli importi già versati. Eventuali disdette daranno diritto al rimborso pari al 70% se effettuate entro 10 giorni dall'inizio del corso. Dopo tale data non è previsto rimborso.

Autorizzo il trattamento dei dati ai sensi art. 14 L. 675/96

Timbro e Firma _____