

DIAGNOSTICA NON DISTRUTTIVA DI OPERE MURARIE

Massimo Camplani¹, Barbara Cannas¹, Francesca Cau², Giovanna Concu³, Manuela Di Mauro¹, Alessandra Fanni¹, Augusto Montisci¹, Giuliana Sias¹, Pietro Testoni¹, M. Usai¹

¹Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica, Università degli Studi di Cagliari
Piazza d'armi, 09123 Cagliari

² École Polytechnique Fédérale de Lausanne
Centre de Recherches en Physique des Plasmas, WMHA/C33, CH 5232 - Villigen PSI
Switzerland

³Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Università degli Studi di Cagliari
Piazza d'armi, 09123 Cagliari

L'unità di Cagliari ha sviluppato una rilevante competenza nel campo delle tecniche diagnostiche non distruttive. Nell'ultimo anno, in particolare, la ricerca si è focalizzata sulla diagnostica non distruttiva di opere murarie. Tale ricerca è inquadrata nell'ambito di un progetto PRIN 2005 che ha visto la partecipazione degli atenei di Cagliari, Catania, Bari, Pisa e Roma.

Per la diagnosi delle strutture murarie, l'Unità ha applicato tecniche basate sulla propagazione di onde acustiche. Le disomogeneità nella struttura producono una variazione della velocità di propagazione dell'onda, riflessioni, rifrazioni, assorbimento ed attenuazione. L'analisi di tali fenomeni permette di valutarne l'eventuale presenza.

L'unità di Cagliari ha applicato il metodo per trasparenza, ponendo sorgente e ricevitore su due opposte superfici della struttura, allineati sul medesimo asse. L'analisi è stata effettuata su due strutture campione: un pilastro di cemento armato ed una muratura di trachite costituita da conci di trachite allettati con malta, con una cavità.

Mediante il modulo LS-DYNA del software ANSYS, è stata simulata la propagazione di un'onda elastica attraverso i modelli delle strutture, con e senza difetti. Sono state inoltre effettuate sessioni sperimentali per l'acquisizione-dati impiegando l'acquisitore multicanale BOVIAR TDAS-16, (un emettitore e 4 ricevitori piezoelettrici, un sistema di acquisizione e un PC).

A partire dai dati ottenuti, l'unità ha sperimentato tre tecniche per la diagnosi della struttura. E' stato sviluppato un tool per la tomografia [1, 2]. Il tool ricostruisce la mappa delle velocità in una sezione della struttura a partire dai tempi di volo utilizzando 4 tecniche: SVD, Truncated SVD, ART e SIRT. La SVD ha fornito i migliori risultati nell'individuare la cavità all'interno della muratura di trachite. Il risultato è fortemente influenzato dalla precisione con cui si rilevano i tempi di volo; per questo motivo è attualmente allo studio un algoritmo per la determinazione automatica dei tempi di volo.

E' stato sviluppato un modello diagnostico per il pilastro basato su reti neurali [3, 4]. Il segnale introdotto nella struttura da un emettitore, è acquisito da un ricevitore posto sulla superficie opposta del pilastro, in asse con l'emettitore. Si sono considerate 3 posizioni per l'emettitore ed il ricevitore, allineate rispetto all'orizzontale. Sono state proposte due procedure: la prima elabora segnali nel dominio del tempo, la seconda nel dominio della frequenza. In entrambi i casi la rete neurale è in grado di identificare con accuratezza la presenza e la posizione del difetto nella maggior parte degli esempi testati.

Inoltre, sono state estratte 21 features (le più correlate con i cambiamenti delle proprietà fisiche dei materiali esaminati) dai segnali acquisiti dopo la propagazione all'interno delle strutture posizionando emettitori e ricevitori in una griglia [5, 6]. A ciascuna feature è stata associata una matrice, che è stata confrontata con la matrice rappresentativa dei possibili percorsi seguiti dall'onda (trachite, malta-trachite, malta, aria-trachite). La mappa delle velocità è in grado di identificare 3 soli percorsi. La presenza della cavità centrale è molto chiara ma le dimensioni sono sottostimate. Successivamente, clusterizzando lo spazio multidimensionale ottenuto considerando più feature, si è identificata la posizione e la dimensione esatta del difetto, nonché i giunti di malta. Nel caso del Pilastro, trattandosi di una struttura realizzata con materiale omogeneo la sola mappa delle velocità è in grado di identificare i due percorsi possibili (calcestruzzo e aria-calcestruzzo), e individuare la presenza del difetto, ma sottostimandone le dimensioni.

La tecnica è apparsa efficiente nell'individuare le caratteristiche dei materiali nelle diverse strutture, tanto più accuratamente quanto più fitta è la griglia di acquisizione.

Bibliografia

1. B. Cannas, S. Carcangiu, M. Di Mauro, A. Fanni, A. Montisci, M.L. Mulas, G. Concu, A comparison of tomographic reconstruction algorithms for acoustic non destructive testing of stone masonry, accettato per '08: First International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering (IALCCE), Varenna, Italy, June, 11-14, 2008.
2. M. Camplani, B. Cannas, S. Carcangiu, G. Concu, A. Fanni, A. Montisci, M.L. Mulas, "Acoustic Tomography for Non Destructive Testing of Stone Masonry", accettato per International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA), June 30th to July 3rd, 2008, Perugia, Italy.
3. B. Cannas, S. Carcangiu, F. Cau, A. Fanni, A. Montisci, P. Testoni, "Artificial Neural Networks for the Non Destructive Testing of Concrete Structures", Proc. of 10th Int. Conf. on Engineering Applications of Neural Networks (EANN), Thessaloniki, Greece, August, 29-31 (2007), pp. 17-23.
4. B. Cannas, S. Carcangiu, F. Cau, A. Fanni, A. Montisci, "Time and frequency approaches to Non Destructive Testing in concrete pillars using neural networks", accettato per International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA), June 30th to July 3rd, 2008, Perugia, Italy.
5. B. Cannas, F. Cau, G. Concu, M. Usai, Features extraction techniques for sonic and ultrasonic NDT on building materials, accettato per First International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering, (IALCCE), Varenna, Italy, June, 11-14, 2008.
6. M. Camplani, B. Cannas, F. Cau, G. Concu, M. Usai, Acoustic NDT on building materials using Features extraction techniques, accettato per International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA), June 30th to July 3rd, 2008, Perugia, Italy.