



POLITECNICO
DI TORINO

Tesi meritoria

Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Progetto
Sostenibile

Abstract

**Materiali cementizi auto-riparanti:
Valutazione dell'efficienza di riparazione di capsule
cementizie e in PET riciclato**

Relatore

Jean-Marc Tulliani

Candidato

Correlatori

Paola Antonaci
Giovanni Anglani

Wael Aamer

Febbraio 2021

La crescente preoccupazione per la sicurezza e la sostenibilità delle strutture ha richiamato l'attenzione di professionisti e ricercatori verso la sperimentazione e lo sviluppo di materiali auto-riparanti e metodi di riparazione preventiva. Infatti, la comparsa di fenomeni fessurativi nel calcestruzzo è pressoché inevitabile a causa della sua bassa resistenza a trazione. Tale aspetto non rappresenta necessariamente un rischio di crollo per la struttura, ma ne compromette la funzionalità accelerandone il degrado e diminuendone la vita di servizio con conseguenze anche per la sostenibilità.

Al fine di rendere più affidabili e duraturi i materiali cementizi tramite aggiunte di tecnologie su misura, le attività di ricerca hanno fornito contributi illuminanti alla comprensione dei meccanismi di auto-riparazione e guarigione delle crepe, portando allo sviluppo di una serie di tecnologie, la cui efficacia è stata ampiamente dimostrata in laboratori e, in alcuni casi, anche con applicazioni sul campo con continuo monitoraggio delle prestazioni.

La tecnologia di auto-riparazione investigata sperimentalmente in questa tesi è l'incapsulamento di opportuni agenti riparanti all'interno di (macro)capsule inserite nella matrice cementizia. Il sistema di auto-riparazione si attiva al momento della rottura del guscio rigido della capsula, facendo in modo che il suo contenuto si riversi nella fessura riparandola. È necessario però che il guscio sia sufficientemente resistente per affrontare le fasi di betonaggio e getto, resistendo all'ambiente basico della matrice ed al degrado nel tempo, preservando intatte le caratteristiche dell'agente al suo interno.

Sono state studiate due tipologie di capsule tubolari: la prima è stata prodotta tramite un impasto cementizio modificato con l'aggiunta di polimeri; la seconda è stata prodotta sfruttando tecniche di manifattura additiva utilizzando un filamento di polietilene tereftalato (PET) riciclato.

In entrambi i casi è stato incapsulato al loro interno un agente riparante poliuretano liquido. Il poliuretano è stato valutato come agente sigillante poiché in grado di diffondersi attraverso le fessure e di ripristinare parzialmente le proprietà meccaniche iniziali del materiale cementizio.

L'effetto di riparazione offerto dall'aggiunta delle capsule è stato valutato attraverso il loro inserimento all'interno di provini in malta cementizia. Dopo una prima fase di danneggiamento e la successiva riparazione autonoma, le prestazioni del sistema di auto-riparazione sono state quantificate in termini di recupero di caratteristiche connesse alla durabilità del materiale (riduzione della permeabilità all'acqua) e recupero della capacità portante in condizioni statiche. Inoltre, è stata valutata la stabilità del sistema a fronte di cicli di carico dinamici, allo scopo di convalidare il loro possibile utilizzo in strutture reali.

Sono stati raggiunti risultati positivi, con un indice di recupero del carico superiore al 46%, riduzione della permeabilità del sistema fino alla completa sigillatura della fessura e una buona stabilità del sistema nei confronti del degrado ciclico, ottenuto applicando una forza di picco corrispondente al 75% della capacità di carico stimata dai campioni riparati portati a rottura in condizione statica e corrispondente a circa la metà della capacità portante dei provini ancora integri.