

**Calcestruzzi nanorinforzati: la nuova frontiera dell'architettura**

di Clementina Malfa

Relatore: Giuseppe Ferro

Correlatore: Jean Marc Tulliani

There's Plenty of Room at the Bottom: "C'è un sacco di spazio giù in fondo". Sono passati ormai quasi cinquant'anni dalla celebre lezione del fisico Richard Feynman in cui si suggerisce la possibilità di affrontare i processi di trasformazione della materia attraverso la diretta manipolazione degli atomi e delle molecole.

Nel 1986 Kim Eric Drexler utilizzo per primo, nel suo libro del 1986 Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology, il termine "nanotecnologia".

Un materiale nanostrutturato è un materiale di tipo tradizionale modificato però nella sua struttura chimico-fisica con l'impiego di nanotecnologie; le caratteristiche originarie del materiale di base subiscono variazioni e implementazioni al fine di permettere lo sviluppo di specifiche prestazioni. Suddette prestazioni saranno solitamente superiori o comunque non assimilabili a quelle esibite dai materiali nella loro struttura ordinaria non nanostrutturata.

Obiettivo principale di questo lavoro è scoprire se tali nanotecnologie possano fornire, al mondo dell'edilizia, nuovi margini di miglioramento.

Il mio studio si è concentrato sul calcestruzzo al quale, per implementare le proprietà meccaniche, si è intervenuto a livello nanoscopico cercando di controllare l'innesco della nascita di micro-fratture. A tal fine sono stati addizionati, durante l'impasto, nanotubi di carbonio suddivisibili in due categorie (Fig 1):

- *Single wall nanotubes* (SWNT's), nanotubi a parete singola costituiti da un solo foglio di grafite.
- *Multi wall nanotubes* (MWNT's), nanotubi a parete multipla formati da più fogli di grafite.

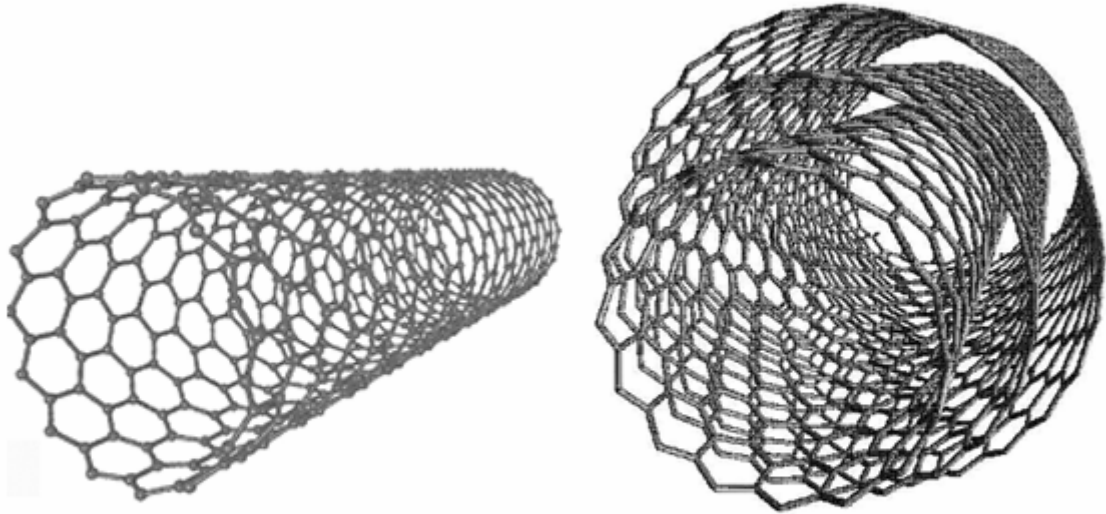


Figura 1 - SWNT's a) e MWNT's b)

Materiale	Modulo di Young (Gpa)	Resistenza a trazione (Gpa)	Densità (g/cm <sup>3</sup> )
SWNT's	1200	≈150	2.6
MWNT's	1054	75	1.3
ACCIAIO	208	0.4	7.8

Nell'analisi realizzata si è giunti ad usare nanotubi in carbonio partendo da una posteriore analisi sulle *fibre ibride*: in un composto contenente fibre di diverse dimensioni (dai cm ai nm) le caratteristiche di resistenza possano aumentare notevolmente.

Poiché il calcestruzzo lavora nettamente meglio a trazione se rinforzato con microfibre, è probabile che la sua resistenza aumenti ancora di più con l'aggiunta di fibre nanometriche (Fig 2).

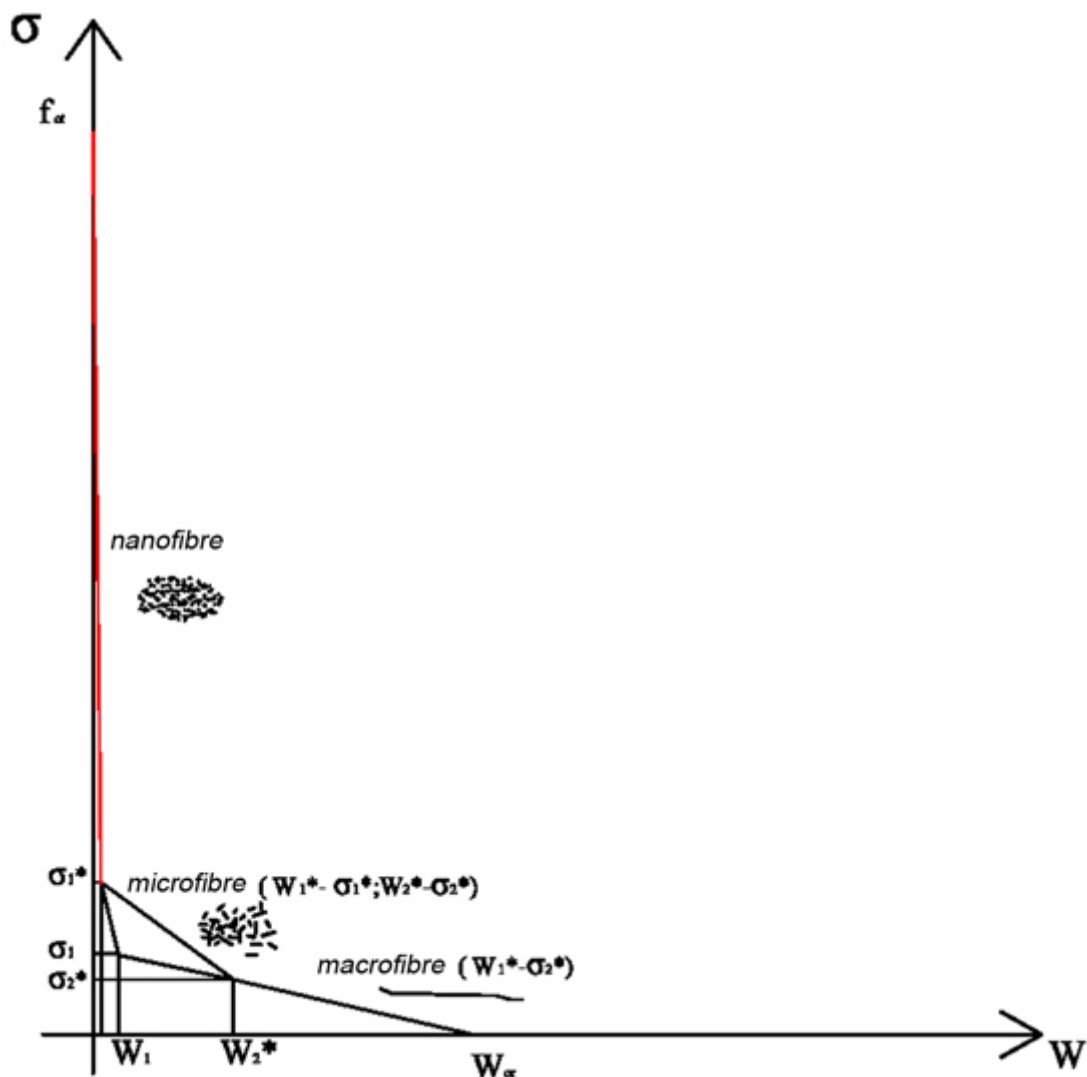


Figura 2 - Ipotetica curva fibrometrica

Se fino ad ora per i calcestruzzi si è sempre definita una curva granulometrica per rappresentare il comportamento del calcestruzzo, al fine di progettare le prestazioni meccaniche di un calcestruzzo, ora si potrebbe parlare di curva "FIBROMETRICA"; tale curva permetterebbe di poter definire la curva sforzo-deformazione (legge costitutiva) che il progettista ritenga più appropriata, scegliendo una distribuzione di fibre opportuna.

A seguito di un approfondimento dei due materiali base -cls e nanotubi in carbonio- la mia tesi si è focalizzata sui risultati ottenuti dalle analisi meccaniche e poi chimico-fisiche fatte su campioni di calcestruzzo, con e senza l'inserimento di nanotubi preconfezionati o da noi prodotti in laboratorio (FCCF 189) (Fig 3), al fine di studiare il comportamento della miscela raggiunta.

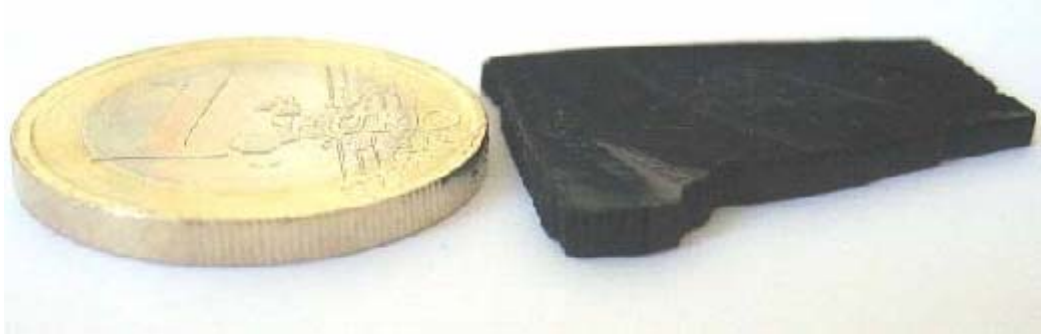


Figura 3 - Foto del “tappetino” di nanotubi in carbonio

I risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli ricavati da una pregressa sperimentazione realizzata dall'Arch.Canepa che, a differenza della mia, non solo non ha portato miglioramenti ma ha manifestato peggioramenti da tutti i punti di vista. La resistenza a flessione dei provini dell'Arch.Canepa è di circa  $3,85 \text{ N/mm}^2$ , la resistenza a dei provini FCCF 189 è di  $10,08 \text{ N/mm}^2$ ; la resistenza a compressione dei primi è di  $15,53 \text{ N/mm}^2$  mentre quella dei secondi è di  $72,04 \text{ N/mm}^2$ . Seppur i risultati ottenuti siano di notevole importanza, la mia analisi può collocarsi non come punto di arrivo ma come incipit di un lungo percorso che porterà allo sviluppo di materiali con caratteristiche elevatissime e sorprendenti. Grazie alle straordinarie proprietà dei materiali nanorinforzati il progettista vedrà aumentate le sue possibilità non solo nella scelta dei materiali da impiegare ma anche nel modo stesso di concepire gli organismi.

Per ulteriori informazioni, e-mail:  
Clementina Malfa: [clementina.malfa@libero.it](mailto:clementina.malfa@libero.it)