

Študija emisije šibkih električnih tokov v cementni malti med enoosnim mehanskim tlačnim obremenjevanjem do bližine točke loma

Antonios Kyriazopoulos* - Ilias Stavrakas - Cimon Anastasiadis - Dimos Triantis

Laboratorij za električne lastnosti materialov, Oddelek za elektroniko,

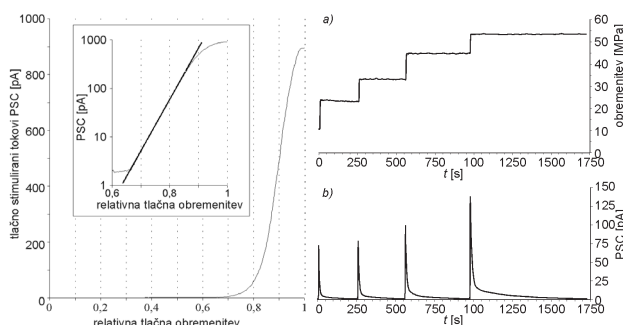
Tehniški izobraževalni institut v Atenah, Grčija

Eksperimentalna tehnika merjenja šibkih električnih signalov, ki se emitirajo med začasnim enoosnim obremenjevanjem trdnih snovi, je bila uporabljena na vzorcih cementne malte. Ti električni signali so v literaturi poimenovani kot tlačno stimulirani tokovi (PSC). Dokazano je, da je tlačno stimuliran tok med enoosnim stiskanjem krhkega materiala s časovno spremenljivo napetostjo σ sorazmeren s

hitrostjo deformacij: $I \propto \frac{d\varepsilon}{dt} \propto \frac{1}{E} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$, (En. 1), kjer je $d\varepsilon/dt$ hitrost tlačnih deformacij, $d\sigma/dt$ odvod

napetosti in E elastični modul. Predstavljeni sta dve različni skupini eksperimentov PSC, kjer so vzorci podvrženi enoosnim tlačnim napetostim. Napetost σ v prvi skupini se povečuje linearno in z majhno hitrostjo a po naslednji enačbi: $\sigma = a \cdot t$. Ta eksperimentalna tehnika se imenuje tehnika počasnih sprememb napetosti (LSRT). V drugi skupini se med konstantno enoosno obremenitvijo σ_k uvede nenadno koračno povečanje napetosti kratkega trajanja Δt , pri čemer se enoosna napetost poveča za $\Delta\sigma = \sigma_{k+1} - \sigma_k$ kjer je σ_{k+1} novo stanje po povečanju napetosti. Novo napetostno stanje σ_{k+1} ostane konstantno do naslednjega povečanja napetosti.

$$\sigma(t) = \begin{cases} \sigma_k = \text{konstanta} & \text{za } t < t_k \\ \sigma_k + b(t - t_k) & \text{za } t_k < t < t_{k+1} \\ \sigma_{k+1} = \text{konstanta} & \text{za } t > t_{k+1} \end{cases}$$



Sl. 1: PSC pri LSRT. Manjši grafikon kaže PSC na logaritmčni osi za $\hat{\sigma} > 0.6$

Ta tehnika se imenuje tehnika koračne napetosti (SST) in je primerna za razkrivanje tokov PSC tako pri linearnih kot pri nelinearnih deformacijah materiala. Uporabljeni so bili primerno starani vzorci cementne malte, sestavljeni iz portland cementa, peska in vode. Ko relativna tlačna obremenitev vzorca preseže pribl. vrednost 0,65, opazimo intenzivno eksponentno povečanje PSC ob vstopu v območje nelinearnih deformacij. Elastični modul se zmanjša in emisijo PSC napoveduje En. (1). Tokovi PSC so v korelaciji z relativno tlačno napetostjo $\hat{\sigma}$ v območju nelinearnih deformacij ($0,7 < \hat{\sigma} < 0,85$) in po manjšem diagramu iz Sl. 1 jih je možno opisati z eksponentnim zakonom oblike: $I = I_0 \cdot \exp(\alpha \cdot \hat{\sigma})$, kjer je I_0 tokovna konstanta

in α značilni eksponent. V drugem eksperimentu (SST) so bili izvedeni štirje zaporedni nenadni napetostni skoki (Sl. 2a). Časovno spreminjanje tokov PSC med tem postopkom prikazuje diagram na Sl. 2b. Vsaki nenadni koračni spremembi napetosti ustreza nenadna tokovna konica, z vrhom pri PSC_{peak} v končnem stanju σ_{k+1} . Ko lokalna napetost preseže lokalno trdnost, nastane mikrorazpoka in stečejo šibki električni tokovi, ko se vzpostavlja novo ravnovesno stanje. Na ta način je možna interpretacija vrednosti PSC_{peak} . Tako kvalitativne kot kvantitativne značilnosti tokov PSC so povezane z mehanskim stanjem vzorcev, natančneje z nastankom in širjenjem razpok v materialu. Posledično so tokovi PSC uporabni za napovedovanje stopnje sestavljenih poškodb.

© 2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: cementna malta, emisije šibkih električnih tokov, PSC, med enoosno tlačno obremenjevanje, mikrorazpoke

*Naslov avtorja za dopisovanje: Laboratorij za električne lastnosti materialov, Oddelek za elektroniko, Tehniški izobraževalni institut v Atenah, Atene 12210, Grčija, akiriazoo@teiath.gr