

TISKOVÁ ZPRÁVA

Praha 11. listopadu 2024

Akademie věd ČR
Národní 1009/3, 110 00 Praha 1
www.avcr.cz

JAK SE ROZVÍJÍ POŠKOZENÍ V ČERSTVÉ CEMENTOVÉ MALTĚ, UKAZUJE ČASOSBĚRNÁ RENTGENOVÁ MIKROTOMOGRAFIE

Zvýšení trvanlivosti a odolnosti stavebních materiálů může přinést další výzkum týmu odborníků Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, Ústavu fyziky materiálů AV ČR a Fakulty stavební Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava. Vědci představili průlomovou metodologii pro charakterizaci materiálů, která odhaluje rozvoj poškození už během rané fáze tvrdnutí cementové malty. Využívají k tomu časosběrnou rentgenovou mikrotomografii.

Moderní betony se vyrábějí tak, aby splňovaly vysoké environmentální požadavky a zároveň zlepšovaly celkovou odolnost betonových konstrukcí. Jsou ale stále citlivé k tvorbě mikrotrhlin, které se v průběhu let mohou zvětšovat.

Beton se skládá z pojiva, plniva a vody, přičemž se jako pojivo stále používá portlandský cement kvůli svým předvídatelným vlastnostem. Smícháním těchto tří složek (pojiva, plniva a vody) vzniká cementová malta, která výrazně ovlivňuje výsledné mechanické vlastnosti betonu. A právě na ni se zaměřili odborníci z Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, Ústavu fyziky materiálů AV ČR a Fakulty stavební VŠB-TUO. Pomocí časosběrné rentgenové mikrotomografie (μ XCT) pozorovali vývoj vnitřního poškození v čerstvé cementové maltě během 25 hodin tvrdnutí.

„Během μ XCT snímkování jsme měřili změnu teploty vzorku způsobenou hydratací cementu, která odráží probíhající tuhnutí cementové malty a vývoj jejích mechanických vlastností. μ XCT skenování navíc poskytuje i vzhled do rozvoje poškození ve vztahu k pokračující hydrataci,“ přibližuje Petr Miarka z Ústavu fyziky materiálů AV ČR. „Celkem jsme provedli 20 CT skenů během tvrdnutí malty, což umožnilo kvantifikovanou charakterizaci rozložení pórů (pórovitosti) v materiálu a studium rozvoje poškození v mezostruktuře včetně jejich objemové a povrchové charakterizace,“ doplňuje Daniel Kytýř z Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR.

Teplota způsobuje poškození, póry vznikají už při přípravě vzorku

Měření teploty během tuhnutí malty ukázalo, že nárůst teploty je úzce spojen nejen s vývojem mechanických vlastností, ale i s rozvojem vnitřního poškození. Teplota získaná během experimentu

Kontakt pro média: **Eliška Zvolánková**
Divize vnějších vztahů AV ČR
press@avcr.cz
+420 739 535 007

Dalila El Oumali
Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR
el_oumali@itam.cas.cz
+420 728 694 588

byla porovnána s analytickým modelem, který ukázal relativně dobrou shodu a umožňuje tak přímé spojení rozvoje poškození s uvolněným teplem během hydratace cementu.

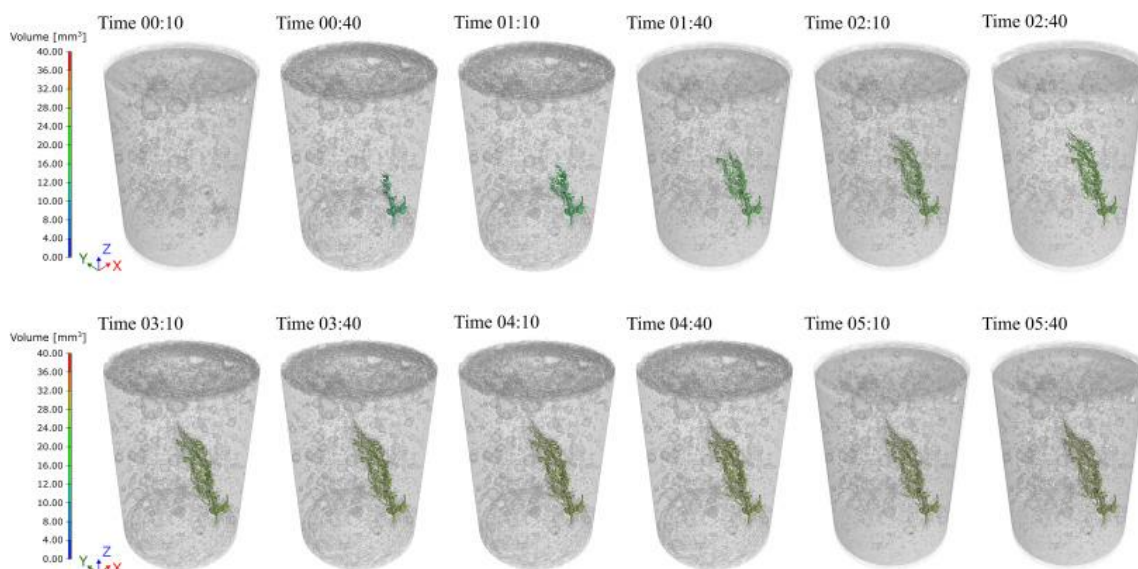
Časoběžné snímky také prokázaly, že se trhliny rozvíjí primárně v prvních šesti hodinách tuhnutí, poté se její růst výrazně zpomalil a postupně zastavil.

Znalost smršťování cementové malty pro vývoj nových materiálů

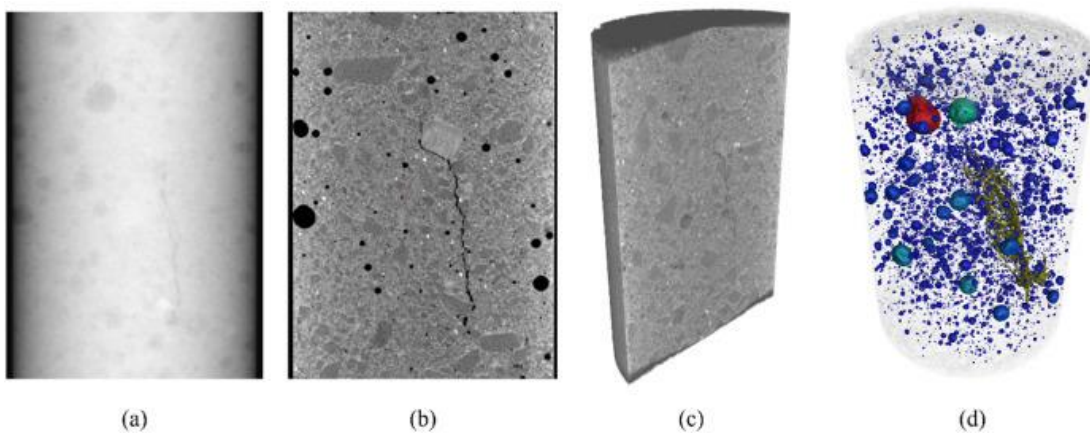
Výsledky [studie zveřejněné](#) v časopise *Cement and Concrete Composites* slouží jako vzorová metodologie pro budoucí charakterizaci materiálů. Uvedená inovativní metoda umožňuje detailní analýzu vnitřních defektů, jako jsou póry a trhliny, a nabízí komplexní pohled na heterogenitu materiálu.

Tato metodologie může být využita pro další výzkum a vývoj nových materiálů s vylepšenými vlastnostmi, které splňují vysoké environmentální požadavky a zároveň zlepšují trvanlivost betonových konstrukcí. Výzkumný tým plánuje, že bude pokračovat ve studiu poškození během hydratace nejen v případě pojiv na bázi portlandského cementu, ale i různých bezcementových pojiv, aby přispěl k lepšímu porozumění rozvoje poškození a k optimalizaci užitečných vlastností stavebních materiálů.

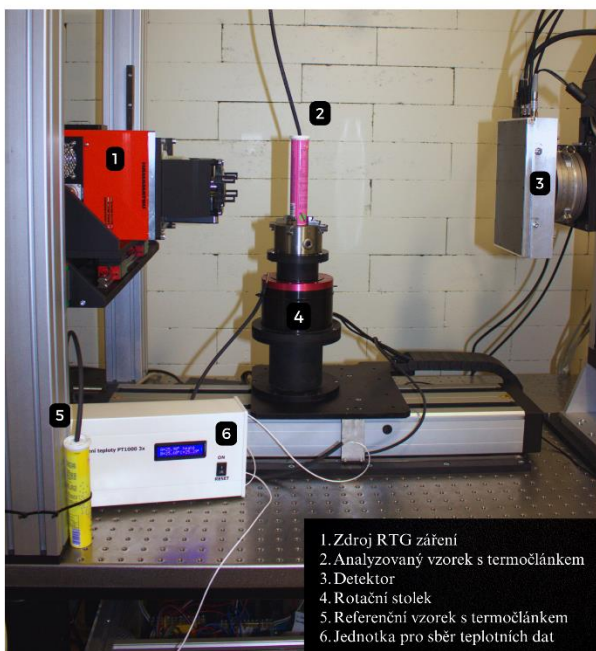
Fotogalerie, zdroj ÚTAM AV ČR:



Vizualizace šíření poškození v cementové maltě v průběhu prvních čtyř hodin tuhnutí



Postup zpracování tomografického měření: (a) nezpracovaný rentgenový snímek, (b) 2D pohled na rekonstruovaná data CT, (c) 3D pohled na pevné fáze a (d) separované póry.



1. Zdroj RTG záření
2. Analyzovaný vzorek s termočlánkem
3. Detektor
4. Rotační stůl
5. Referenční vzorek s termočlánkem
6. Jednotka pro sběr teplotních dat

Detail μ XCT sestavy se vzorky cementové malty osazené termočlánky