

ENERGETICKÉ PROCESY PŘI ZATĚŽOVÁNÍ BETONU

Ing. Vladimír Weiss, CSc., Zbyněk Madej, Ing. František Draxler, CSc.

České vysoké učení technické - fakulta stavební, Praha
Doc. Dr. hab. Lech Czarnecki

Politechnika Warszawska - Instytut technologii i organizacji produkcji budowlanej, Warszawa

V rámci úkolu SPZV III-2-2/4/01 byl v uplynulých letech podniknut výzkum energetických změn při deformování a porušování betonu, kdy se podařilo registrovat krátkodobé změny vnitřních teplot s přesností na milistupně Kelvina při zatěžování betonových hranolů prostým tlakem za současného měření podélných i příčných deformací odporovými tensometry a sledování signálů akustické emise, připravit ve spolupráci s Technische Universität Dresden obdobné zkoušky betonových krychlí při trojosém tlakovém zatěžování a vyřešit některé otázky teoretické (1,2,3).

Jako pokračování těchto prací byla nyní zahájena další etapa zkoušek, jejichž účelem je podrobněji prozkoumat rozdělení změn vnitřních teplot v betonových hranolech zatěžovaných prostým tlakem nebo ohybem a zjistit závislosti těchto změn na parametrech struktury betonu a způsobu i míře jejího poškození, jakož i na změnách dalších měřených veličin. I když tato etapa zkoušek není dosud ukončena, bylo nicméně možno již odvodit z dosažených výsledků některé dílčí závěry kvalitativního rázu.

Podobně jako při zkouškách z předešlých etap byly časové diagramy teplotních změn až do okamžiku vyčerpání únosnosti v největším počtu případů plynulé a velmi podobné časovým diagramům zatěžovací síly i podélných poměrných deformací. Pro stupňovité cykly zatěžování a odlehčování v teplotních změnách zdaleka převažovaly vratné adiabatické změny od deformování materiálu, avšak po odlehčení bylo možno zpravidla zaznamenat malý vzrůst teploty ve srovnání se stejnou fází předchozí, způsobený dissipací mechanické

energie při narušování struktury betonu hlavně rozvojem strukturních trhlinek. Náhlý vzrůst a okamžitý opětný pokles teploty, odpovídající šíření větší strukturní trhliny bylo přímo v místě termistorového čidla, byl zaznamenán jen výjimečně, a to až krátce před porušením tělesa.

Jelikož užitý zatěžovací stroj byl značně tuhý a pružná energie v něm akumulovaná proto malá, postupovalo porušení tlačných hranolů po dosažení maximální zatěžovací síly poměrně pomalu a odehrálo se během několika sekund, po nichž zatěžovací síla poklesla až na nulu a zatěžování další deformací bylo pak zastaveno. Porušení mělo charakter obvyklý pro beton namáhaný prostým tlakem, tj. vznik hlavní smykové nebo štěpné průběžné trhliny a navazující soustavy trhlin podružných. Pokud termistorové čidlo leželo daleko od těchto velkých trhlin, registrovalo během tohoto porušování betonového hranolu jen vratný adiabatický pokles teploty, podobný poklesu tlakového napětí i podélné deformace v tělese. Pokud ovšem termistorové čidlo se nacházelo přímo v místě některé velké trhliny nebo v její bezprostřední blízkosti, zaznamenalo v tomto okamžiku prudké lokální ohřátí způsobené jejím růstem a vzápětí pak prudké ochlazení v důsledku rychlého šíření nepatrného množství takto vzniklého lokálního tepla do chladnější okolní hmoty. V některých případech bylo možno pozorovat během porušování tělesa i několik takovýchto špiček na diagramu časové závislosti teplotních změn, zřejmě proto, že šíření příslušné trhliny nepostupovalo plynule, nýbrž skoky. Teplotní změny v těchto špičkách často značně převyšovaly svou velikostí naměřené vratné adiabatické změny teploty od průměrného deformování tělesa.

Po porušení hranolů, kdy další tlakové zatěžování bylo zastaveno, docházelo u většiny termistorových čidel k povolnému zvyšování teploty a s asymptotou po několika desítkách sekund. V této době se teplota betonového tělesa porušeného soustavou velkých trhlin a četnými průvodními trlinkami strukturními vyrovnávala tak, že se lomové teplo z míst těchto trhlin a trhlinek, v úhrnu poměrně značné, rozptýlilo vedením do sousedních i vzdálenějších míst,

kde se nalézala i termistorová čidla. Během uvedené fáze byly však v diagramech některých čidel zaznamenány menší nebo i velmi výrazné špičky, tj. velice rychlý nárůst teploty následovaný jejím okamžitým prudkým poklesem zhruba na předchozí úroveň. Příčinou tohoto jevu bylo další narušování resp. porušování struktury betonu od zbytkových pnutí, která se vytvořila z největší části při předcházejícím porušení tělesa. Toto zjištěné samovolné poškozování betonu s určitými časovými odstupy od vlastního porušení tělesa bylo značným překvapením, avšak je dobře pochopitelné, protože pole napětí i deformace v tlačném betonovém tělese je velice nehomogenní zvláště při jeho porušování a vnitřní pnutí přitom vznikající se zčásti pohybuje mezi okamžitou a dlouhodobou lokální pevností betonu v příslušných místech. Je přirozené, že uvedeným samovolným poškozováním struktury po porušení tělesa se celkové množství uvolněného tepla zvyšovalo a že proto nárůst teploty do jejího úplného vyrovnání v tělese byl prudčí. V jednom případě došlo na časovém diagramu změn teploty k vytvoření obrácené špičky, a to k rychlému poklesu vzápětí po nepatrném rychlém vzestupu; v tomto případě zřejmě existovalo v daném místě značné tlakové pnutí a pokles teploty od jeho zrušení zdaleka převážil zvýšení teploty od porušování.

Zkoušky dané etapy dále pokračují a jejich podrobnější výsledky spolu se závěry budou publikovány později.

Citace:

- (1) Weiss V., Madej Z., Draxler F., Jiroudek F.: Sledování energetických procesů při víceosém zatěžování betonu. In: Velká zkušební zařízení a zkoušky modelů, DT ČSVTS Plzeň, 1982 (s.71-78)
- (2) Weiss V., Madej Z.: Teploty při deformování betonu. In: Měření teplot v průmyslu. Měřicí technika v průmyslu, DT ČSVTS Ostrava, 1983
- (3) Draxler F., Madej Z., Weiss V.: Experimentální vyšetřování energetických procesů při deformování a porušování betonu. In: 22.konference Experimentální analýza napětí, ČSSM, Holany 1984 (s.129-131)