

SÚ TRHLINY V BETÓNE PORUCHOU?



V internetovom vyhľadávači sa po zadaní hesla „trhlina“ objaví viac ako 5 miliónov výsledkov; mnohé sa vzťahujú na rovnomenný slovenský mysteriózny thriller. Po zadaní anglického ekvivalentu „crack“ to je až 1,7 miliardy výsledkov, pričom väčšina sa týka kokaínu... Zaujímajú aj iné trhliny, ako napr. Almanagia, ktorá spôsobuje neúprosne vzdávanie sa európskeho a amerického kontinentu. Je tu

neprehľadnutelná aktuálna analógia s narastajúcou trhlinou v transatlantickom vzťahu USA–Európa, príp. vo vzťahu Európy a Veľkej Británie. Ani thriller, ani kokaín, ani brexit však pochopiteľne nie sú témou tohto úvodníka.

Trhliny predstavujú líniové porušenie betónu a sú najčastejším a najnápadnejším vizuálnym prejavom porúch betónových konštrukcií. Betón dostáva trhliny už do kolísky, prvé trhliny môžu vzniknúť už niekoľko minút po spracovaní čerstvého betónu. Podľa príčin vzniku sa rozlišujú technologické a statické trhliny, podľa zmien šírky pasívne a aktívne. Trhliny môžu spôsobiť stratu alebo obmedzenie spoľahlivosti (bezpečnosti, použiteľnosti a trvanlivosti) konštrukcie, ale na druhej strane včas signalizujú preťaženie a umožňujú redistribúciu ohybových momentov v staticky neurčitých konštrukciách. Pred vznikom trhliny je napätie vo výstuži približne 30 MPa. Využitie napätia výstuže na úrovni medze kľuzu (400 až 600 MPa) je podmienené vznikom trhlín. Nie všetky trhliny teda znamenajú automaticky poruchu. Trhliny v ťahaných oblastiach s menšou ako limitnou šírkou w_{max} väčšinou neohrozujú spoľahlivosť konštrukcie. Výnimku tvoria trhliny vystavené účinku chloridov, napr. z chemických rozmrazovacích látok (mosty, garáže), ktoré výrazne akcelerujú koróziu výstuže.

Povrchové, čiastočné alebo deliace trhliny ovplyvňujú vlastnosti betónu rozličným spôsobom. Povrchové trhliny vznikajú na povrchu betónu, siahajú zväčša do úrovne hornej výstuže a môžu mať šírku aj niekoľko milimetrov. Vo vlhkom prostredí urýchľujú koróziu výstuže. Čiastočné trhliny siahajú od ťahaného okraja prierezu takmer po úroveň neutrálnej osi. Ich výskyt uľahčuje postup karbonatácie betónu a prienik agresívnych látok do betónu a k výstuži. Deliace trhliny všeobecne neohrozujú statickú odolnosť betónovej konštrukcie, sú však často príčinou priesaku vody, čím obmedzujú použiteľnosť a trvanlivosť vodonepriepustných konštrukcií. Výhodou vodonepriepustných betónových konštrukcií bez hydroizolácie je ľahká identifikácia presakujúcich trhlín a pomerne jednoduché utesnenie.

V súčasnosti je k dispozícii veľké množstvo výsledkov teoretických a experimentálnych prác zameraných na problematiku trhlín v betónových konštrukciách. Minulý rok vyšla vo vydavateľstve Fraunhofer napríklad aj 513-stranová kniha o tvorbe a kontrole trhlín v betóne. Napriek tomu ešte stále zostávajú mnohé otázky otvorené. V žiadnej po-

rovnateľnej oblasti hodnotenia príčin a následkov porúch železobetónových konštrukcií sa nevyskytuje také množstvo mylných interpretácií ako pri trhlínach. V súvislosti so širokým uplatnením vodonepriepustných betónových konštrukcií (základy, tunely, nádrže a strechy), kde sa limitné šírky trhlín v závislosti od hydrostatického spádu pohybujú od 0,05 mm do 0,2 mm, je treba spresniť spôsob ich navrhovania a overovania na medzný stav šírky trhlín. Na výpočet šírky trhliny w_k sa v krajinách EÚ štandardne používa EN 1992-1-1. Výpočet bol pôvodne odvodený a kalibrovaný na šírky trhlín od 0,3 do 0,5 mm na obmedzenie korózie výstuže. Rozšírenie platnosti výpočtu na šírky od 0,1 mm bolo možné iba akceptáciou väčších rozptylov výsledkov. Pri interpretácii výsledkov treba zohľadniť skutočnosť, že sa podľa nemeckej a rakúskej národnej prílohy počíta šírka trhliny v úrovni výstuže, zatiaľ čo podľa ostatných národných príloh na povrchu betónu (sic).

Metodikou merania šírky trhlín a ich vyhodnotenia neupravujú medzinárodné normy. Na meranie širokých trhlín sa používajú optické pomôcky (príložný šírkomer, trhlinová lupa) alebo fotogrametrické metódy, ktoré umožňujú zistenie aktuálnych hodnôt. Zmena šírky trhliny sa môže kontinuálne monitorovať lineárnym snímačom posuvu (LVDT). Porovnanie vypočítaných a nameraných širokých trhlín vykazuje v súčasnosti pomerne veľký rozptyl. Hlavné príčiny rozdielu medzi vypočítanými a nameranými šírkami trhlín sú zjednodušenia modelu na výpočet šírky trhliny, rozptyl vstupných parametrov (napr. $f_{ct,eff}$), ale aj kvalita zhotovenia. Vypočítané šírky trhlín by nemali byť používané ako právne záväzné, napr. na vymáhanie zliav za škody „spôsobené zhotoviteľom“. So znižovaním šírky trhliny klesá pravdepodobnosť dosiahnutia zhody medzi vypočítanou a nameranou šírkou trhliny. Kým pri šírke trhliny 0,3 mm je pravdepodobnosť zhody približne 90 %, pri trhlíne so šírkou 0,15 mm je to iba 75 %. Vypočítanú šírku trhliny je treba považovať predovšetkým ako reprezentatívnu hodnotu a pomôcku na stanovenie potrebnej plochy výstuže na kontroľu šírky trhlín.

Funkčná účelnosť – pevnosť, tvarovateľnosť a trvanlivosť – je hlavnou prednosťou betónu. Betón má však aj dve výnimočné vlastnosti: nárast pevnosti v čase a v priaznivých podmienkach samoutesnenie trhlín.

Pri ďalšej analýze trhlín v betónových konštrukciách sa zohľadnením vyššie uvedených skutočností zmenší rozptyl vypočítaných a nameraných širokých trhlín, čo sa priaznivo prejaví najmä pri malých šírkach trhlín.

Výstuž v betóne nezabráni vzniku trhlín, môže však kontrolovať ich šírku. To zistil už Joseph Monier, ktorý v roku 1867 dostal patent na vystužený betónový žľab. Mathias Koenen v roku 1886 predstavil prvý postup na navrhovanie železobetónových prierezov, pričom vychádzal z predpokladu vzniku trhlín v ťahanej oblasti. Odvtedy betón prešiel mnohými zmenami, ktoré ho vyprofilovali do dnešnej podoby. Jeho schopnosť prispôbiť sa neustále meniacim požiadavkám viedla k tomu, že si dlhodobo a neohrozene udržuje pozíciu lídra na trhu so stavebnými materiálmi napriek, alebo možno aj vďaka trhlinám!?

Juraj Bilčík

predseda Združenia pre sanáciu betónových konštrukcií