



MONITORING A ZPEŠNĚNÍ METODIK PRO SLEDOVÁNÍ ROZPÍNÁVÝCH REAKCÍ V BETONU

Zpracovali: Ing. Josef Stryk, Ph.D., doc. RNDr. Miroslava Gregerová, CSc., Ing. Aleš Frýbort, Ing. Jana Štulíková (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.)

Souhrn

V roce 2016 byl rozvíjen a zdokonalován způsob stanovení míry napadení betonu rozpínavými reakcemi kombinací podrobného petrografického rozboru kameniva a analýzou mikrostruktury betonu na základě SEM/EDX.

V této oblasti probíhá úzká spolupráce s Ředitelstvím silnic a dálnic ČR, úsekem kontroly kvality staveb.

Podává se získat projekt ze SFDI, v rámci kterého se podle této metodiky hodnotí vývrty odebrané na cementobetonových krytech dálnic v ČR, v známém stádiu a v známém stádiu napadení rozpínavými reakcemi.

Výsledky byly publikovány v rámci zahraniční konference CEW 2016.

Oblast použití

Analýzy se používají při stanovení druhu napadení struktury betonu rozpínavými reakcemi, zejména alkalicko-kremičitými reakcemi ASR, síranovým rozpínáním (delayed ettringite formation – DEF) apod.

Podrobné petrografické posouzení umožňuje uplatnit jak ve fázi odsouhlasení receptury betonu (při stanovení rizikovosti použitého kameniva), tak ve fázi diagnostiky stavu provozovaných staveb (míra napadení stanovená na vývrtech).



Obr. 1 Příklad napadení CB krytu vozovky.

Metodika a postup řešení

Sada vývrť z každé desky CB krytu i jiné konstrukce je podrobena níže uvedeným zkouškám:

Mechanicko-fyzikální zkoušky:

- pevnost v prostém tahu,
- pevnost v tlakovém tahu.

Aplikace látek pro plošné zvýraznění potenciálně zasažených oblastí betonu ASR:

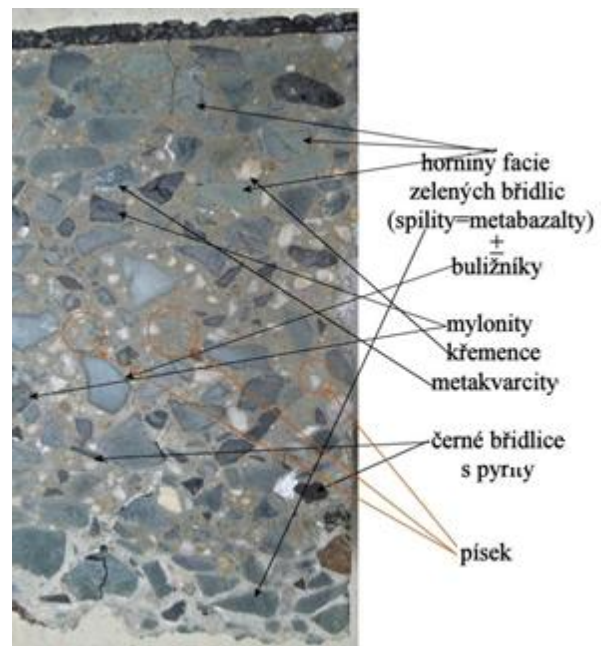
- metoda Los Alamos (rhodamin-B v kombinaci s hexanytrokobaltitanem sodným),
- uranyl acetátová zkouška.

Stanovení míry porušení betonu makroskopicky:

- Cracking Index (CI),
- Damage Rating Index (DRI).

Rozbor mikrostruktury betonu a kameniva pomocí:

- skenovacího elektronového mikroskopu (SEM),
- energiově-disperzního rentgenového analyzátoru (EDX),
- polarizačního optického mikroskopu.



Obr. 2 Příklad petrografického hodnocení hrubého kameniva.

Ze zkoumané konstrukce je odebrán pot ebný po et jádrových vývrť . Všechny vývrty jsou nafoceny tak, aby byl zachycen celý jejich povrch. Z fotografií je vyhodnocen CI.

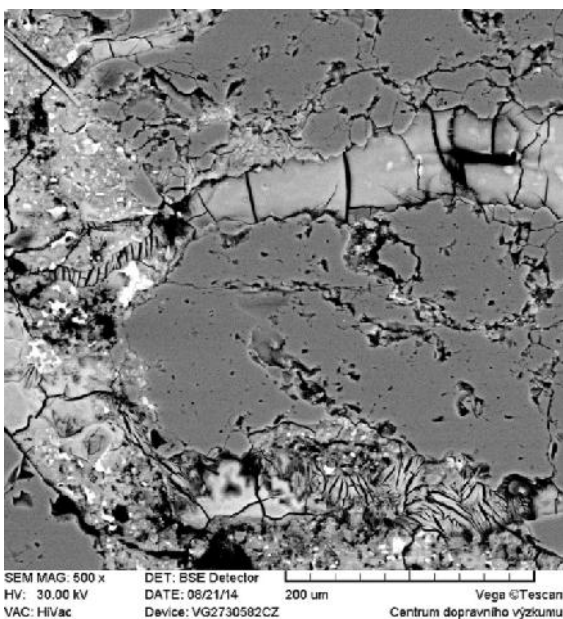
První a druhý vývrť je upraven pro zkoušku pevnosti v tahu, respektive pevnosti v p í ném tahu, na ástech vývrťu je aplikována metoda Los Alamos i uranyl acetátová zkouška.

T etí vývrť ze sady je podélní roz íznut a nafocen, fotografie podélního ez u vývrťem slouží ke stanovení petrografie hrubého kameniva. Z jedné poloviny vývrťu jsou odebrány (odsekнуты) 3 vzorky betonu pro SEM a EDX analýzu a to vždy ve 3 výškových úrovních:

- 3 cm od pojížd ěného povrchu,
- v polovin ě výšky,
- 3 cm od dolního okraje vývrťu.

Ze stejných úrovní je také odebrán vzorek betonu o ploše 28x48 mm pro výrobu lešt ěného výbrusu pro petrografický rozbor kameniva.

Druhá polovina roz íznutého vývrťu slouží ke stanovení DRI.



Obr. 3 ASR gel mezi zrny kameniva, SEM.

Výsledky

Podrobný petrografický rozbor kameniva slouží ke stanovení obsahu potenciálně rizikového kameniva z hlediska vzniku a rozvoje ASR (opály, buližníky, milonity atd.), stanovení kameniva obsahujícího síru (nap . erné b idlice s pyritem) jako zdroje pro sekundární síranové rozpínání (vznik etringitu, thaumasitu) atd.

Dále je možné konfrontovat skute ěné složení betonu s návrhem betonové směsi (zdroj kameniva i jeho zastoupení).

Kombinací SEM a EDX lze p esně stanovit druh rozpínavé reakce v betonu a její stádium, jak v pórech, tak i v cementové matici.



Obr. 4 Póry vyplněné jehlicemi etringitu.

Záv r

Metodika stanovení rozpínavých reakcí byla v roce 2016 použita na rozsáhlém souboru vzork . V dalším roce bude práce pokračovat up esně tímto metodikou. Pr b žn jsou publikovány výsledky provedených analýz a výsledky jsou prezentovány zástupc m SD.

Literatura

- [1] Stryk, J., Nevosad, Z., Gregerova, M., Frybort, A., Chupik, V. Expansive reactions in cement concrete pavement structure and the way how to analyse the risk of their occurrence. In 4th International Chinese European Workshop (CEW) on Functional Pavement Design, Delft, Taylor & Francis Group: London, p.1431-1439, ISBN 978-1-138-02924-8.
- [2] Stryk, J., Nevosád, Z., Gregerová, M., et al. Diagnostika rozpadu CBK vlivem rozpínavých reakcí. In *Letiskové vozovky 2016*, Štrbské Pleso, Vysoké Tatry. Bratislava: Kongres STUDIO, spol. s r.o., 2016, s. 11-16. ISBN 978-80-89565-25-2.
- [3] Stryk, J., Frýbort, A., Gregerová, M. et al. Rozpínavé reakce ve struktu e konstrukcí z cementového betonu. *Silni ní obzor*, 2015, ro . 76, . 10, s. 294-299. ISSN 0322-7154.