MONITORING A ZPŘESNĚNÍ METODIK PRO SLEDOVÁNÍ ROZPÍNAVÝCH REAKCÍ V BETONU

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

Souhrn

V roce 2017 byla nadále rozvíjena metodika stanovení míry napadení betonu rozpínavými reakcemi kombinací podrobného petrografického rozboru kameniva a analýzou mikrostruktury betonu na zařízení SEM/EDX.

V rámci navazujícího projektu SFDI, byly podle této metodiky hodnoceny vývrty odebrané na cementobetonových krytech dálnic v ČR, různého stáří a v různém stádiu napadení rozpínavými reakcemi.

Výsledky byly prezentovány na jednání odborných skupin i ve formě publikací, jednak v ČR, jednak v zahraničí.

Oblast použití

Analýzy mikrostruktury betonu a kameniva se používají při stanovení druhu napadení struktury betonu rozpínavými reakcemi, zejména alkalicko-křemičitou reakcí ASR, sekundárním síranovým rozpínáním apod.

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

Metodika a postup řešení

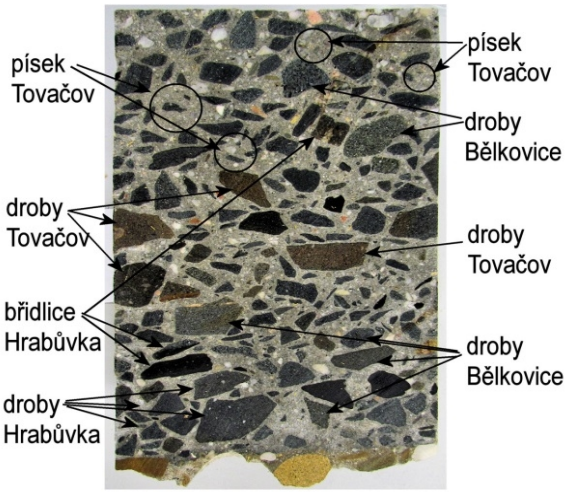
Sada vývrtů z každé desky CB krytu či jiné konstrukce je podrobena rozboru mikrostruktury betonu a kameniva pomocí:

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

Vývrt je podélně rozříznut a nafocen. Fotografie podélného řezu vývrtem slouží k makroskopické identifikaci hrubého kameniva (obr. 1).

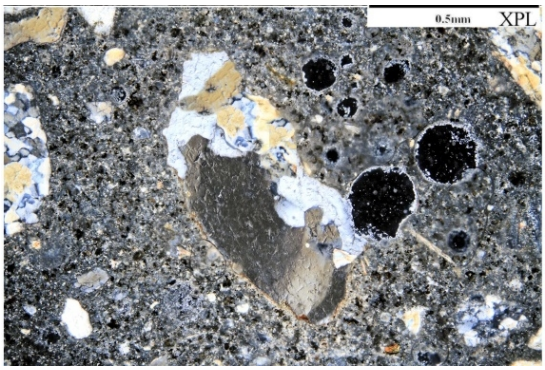
SEM a EDX analýzy se provádí ve 3 výškových úrovních:

- 3 cm od pojížděného povrchu,
- v polovině výšky,
- 3 cm od dolního okraje vývrtu.



Obr. 1 Makroskopická identifikace hrubého kameniva

Ze stejných úrovní je také odebrán vzorek pro výrobu leštěného výbrusu pro mikro-petrografický rozbor kameniva (obr 2).



Obr. 2 Příklad petrografického hodnocení kameniva - úlomek křemence

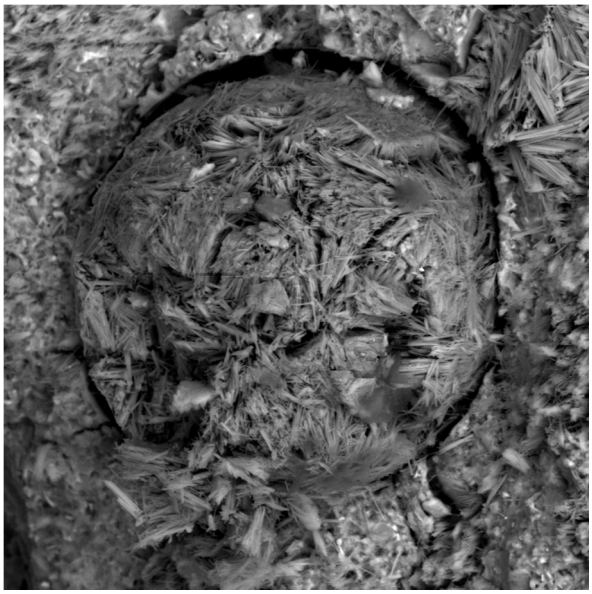
Následně se provádí souhrnné vyhodnocení ve gormě tabulky, kde se mimo jiné uvádí procentní zastoupení akálií v gelech a v pojivu.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168

Výsledky

Kombinace SEM-EDX poskytuje na vývrtech z cementobetonového krytu vozovky spolehlivé stanovení:

- typu přítomného kameniva (v kombinaci s optickým polarizačním mikroskopem),
- výskytu alkalických silikagelů a jejich krystalických fází, sekundárního síranového rozpínání (obr. 3), portlanditu apod.,
- přítomnosti příměsí - struska, popílek apod.,
- zastoupení minerálních fází použitého slínku (cementu) v betonu, viz obr. 4.



Obr. 3 Pór zcela vyplněný jehlicemi etringitu

Obr. 4 Relikt slínku v mikrostruktuře betonu

Tyto analýzy byly zahrnuty do metodiky generálního ředitele Ředitelství silnic a dálnic ČR (ŘSD) č. 1/2017: Metodika údržby CB krytu s cílem prodloužení jeho životnosti, konkrétně do přílohy č. 4: Metodika pro odběr vývrtů z CBK a posouzení výskytu rozpínavých reakcí v betonu.

Dále byly tyto výsledky prezentovány na jednání týmu pro cementobetonové kryty a podkladní vrstvy dne 10. 11. 2017 a opublikovány v několika sbornících z konferencí.

Ing. Stryk se pravidelně účastní jednání pracovní skupiny pro ověření životnosti cementobetonových krytů vozovek na ŘSD.

Závěr

Metodika stanovení rozpínavých reakcí byla v roce 2017 použita na rozsáhlém souboru vzorků vozovkových betonů z dálniční a silniční sítě ČR a také letištních ploch různého složení, stáří a stupně poškození. Byly identifikovány všechny známé druhy rozpínavých reakcí v různých stádiích degradace a tedy i poškození konstrukce vozovky.

Průběžně jsou publikovány výsledky provedených analýz a výsledky jsou prezentovány zástupcům ŘSD.

Literatura

[1] Stryk, J., Gregerová, M., Frýbort, A. et al. Doplňkové analýzy vlastnosti betonů prováděné na vývrtech z cementobetonových krytů vozovek. Silniční obzor, 2017, roč. 78, č. 6, s. 155-159. ISSN 0322-7154.

[2] Frýbort, A., Štulířová, J., Grošek, J. Analýzy vlastností betonů prováděné na vývrtech z cementobetonových krytů vozovek. In XXII. seminář Ivana Poliačka : Obnova cestných komunikácií, Jasná, 14. - 16. 11. 2017, s. 175-182. ISBN 978-80-89565-32-0.

[3] J. Stryk, A. Frybort, J. Stulirova, K. Pospisil & M. Gregerova. Analysis of expansive reactions in cement concrete pavement structures by microscopical methods. Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields: Proceedings of the 10th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields (BCRRA 2017), June 28-30, 2017, Athens, Greece. ISBN 9781138295957.

[4] Frýbort A., Všianský D., Štulířová J., Stryk J., Gregerová M. Variations in the composition and relations between alkali-silica gels and calcium silicate hydrates in highway concrete. In: Materials Characterization. 18 p. – ve schvalovacím procesu.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168