



OPTIMALIZACE VÝROBY BETONOVÝCH PRAŽCŮ ZA NÍZKÝCH TEPLŮT

Zpracovali: Ing. Jan Tichý, CSc., Ing. Renata Cvancigerová, Ing. Ladislav Vasilenko (Skanska a.s.)

Souhrn

V rámci projektu CESTI je firmou SKANSKA ve spolupráci s ČVUT v Praze vyvíjen nový typ předpjatého betonového pražce. V roce 2014 byly plánovány následující kroky:

- Úprava formy, zateplení skelnou vatou.
- Výroba 2 kusů betonových pražců.
- Měření hydratačního tepla uprostřed a na povrchu pražců.
- Měření nárůstu krychelné pevnosti betonu v závislosti na čase.
- Zahájení procesu certifikace pražců a zpracování návrhu technických podmínek dodacích.
- Výroba 6 kusů předem předpjatých železničních pražců PKK 13 v upravené formě před certifikačním orgánem.
- Předání zpracované dokumentace SŽDC ke schválení pro výrobu 500 kusů pražců do zkušebního úseku.

Oblast použití

Výsledek se uplatní po vyhodnocení zkušebního úseku, který bude vybrán a osazen během příštího roku.

Metodika a postup řešení

Protože při snížené teplotě dochází ke zpomalení procesu hydratace cementu a tím ke zpomalení nárůstu pevnosti betonu, byly formy po obvodu zatepleny skelnou vatou. Stanovení vhodné tloušťky zateplení na základě měření hydratačního tepla bylo součástí optimalizace výrobního procesu pomocí víceúrovňových modelů hydratace betonu. Pražce se budou vyrábět v průběhu celého roku. Počáteční teplota betonové směsi se tedy mění v rozmezí 10 – 25 °C a teplota v okolí se bude pohybovat v rozsahu 10 – 35 °C. Cíle optimalizace byly následující:

- Kalibrace modelu nárůstu pevnosti betonu v závislosti na stupni hydratace betonu.
- Formulace víceúrovňového modelu a kalibrace na experimentu.
- Sestavení tabulky pro doby vnesení předpětí v závislosti na počáteční teplotě betonu, teplotě okolí a tloušťce izolace.

Pro ověření výrobního procesu byl sestaven výpočetní konečněprvkový model nárůstu pevnosti betonu v softwaru OOFEM, který je vyvíjen na Fakultě stavební ČVUT v Praze. Vstupními parametry ke kalibraci modelu byla pevnost betonu v tlaku a stupeň hydratace **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..** Cílem parametrické studie bylo předpovědět čas, kdy beton dosáhne průměrné pevnosti v tlaku 42 MPa pro vnesení předpětí. Simulace byla provedena ve stádiu slepé simulace, s použitím neúplných a odhadnutých hodnot [2].

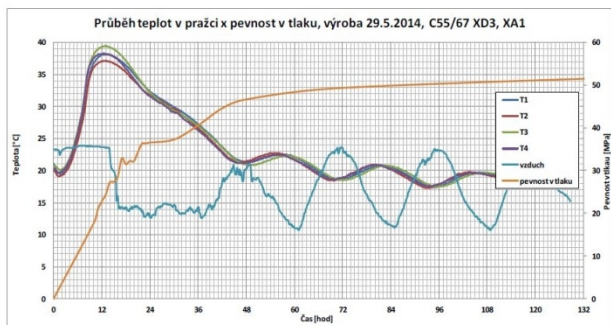
Data pro kalibraci byla získána z experimentu. Po vybetonování pražce do formy byl horní povrch betonu zakryt polystyrenem. Do poloviny délky pražce byly umístěny dva snímače, jeden do středu průřezu pražce a druhý k hornímu povrchu, další dva snímače byly umístěny v ose úložné plochy pražce (v ose kolejnice), přičemž jeden snímač byl opět umístěn do středu průřezu pražce a druhý opět k hornímu povrchu. Volně na vzduchu byl umístěn snímač, který zaznamenával teplotu okolního prostředí.

Výsledky

Odečítání teploty probíhalo kontinuálně každých 15 minut po dobu osmi dní. Hodnoty naměřených teplot a pevností betonu v čase jsou uvedeny na obrázku č. 1.

Při vnášení předpětí je požadována pevnost betonu v tlaku 42 MPa, což odpovídá přibližně 18 hodinám hydratace za běžných laboratorních

teplot. V zimním období je nutné tuto dobu patřičně upravit nebo provést potřebná opatření.



Obr. 1 Záznam teplot během hydratace betonu v korelaci s nárůstem pevnosti betonu v čase

Z provedených měření a výpočtů vyplývá, že pevnost betonu v tlaku 42 MPa je dosažena při stupni hydratace 0,431. Dosažení požadované pevnosti v tlaku během 18 hodin v zimním období (při teplotách okolí a betonové směsi pod 15 °C) však není možné pouze s využitím hydratačního tepla standardního betonu. V zimním období je potřeba dalších opatření, např. zateplit formu, betonovou směs předeřhát nebo použít urychlovače tuhnutí.

Ve studii byla prověřována efektivita tloušťky tepelné izolace EPS. Sledována byla doba, kdy beton dosáhne pevnosti v tlaku 42 MPa s uvažováním tloušťky tepelné izolace 0, 20 a 50 mm. Z výsledků vyplývá, že tloušťka EPS 50 mm nepřináší významný efekt oproti EPS 20 mm. Doporučeno je tedy použití tloušťky tepelné izolace 20 mm.

V červnu 2014 bylo zahájeno zpracování Technických podmínek dodacích pro dodávky železničních pražců PKK 13 pro SŽDC. Návrh je připraven k odsouhlasení.

V červenci 2014 bylo zahájeno jednání s Technickým a zkušebním ústavem stavební Praha, s. p. (TZÚS), pobočka Brno o certifikaci pražce dle zákona č. 22/1997 Sb. Následně byly v srpnu 2014 zaslány na TZÚS žádosti o certifikaci a byl zahájen proces certifikace.

V současné době se provádí certifikace dle NV 163/2002 Sb. – pražec jako vybraný stavební výrobek a certifikace dle NV 133/2005 Sb. – pražec jako prvek interoperability evropského železničního systému.

V listopadu 2014 byly vyrobeny dvě série pražců PKK 13 po 6 kusech před zástupcem certifikačního orgánu. Všechny požadavky pro

certifikaci byly splněny a předány požadované doklady na TZÚS Brno.



Obr. 2 Pražce uložené ve vlhkém prostředí ke zrání.

V prosinci 2014 předá Skanska a.s. na SŽDC doklady, které jsou nezbytné pro schválení výroby minimálně 500 kusů pražců do zkušebního úseku. Pokud SŽDC schválí výrobu železničních pražců PKK 13 do zkušebního úseku, předpokládá se zahájení výroby v provozovně Štětí na jaře 2015.

Závěr

Dosažený výsledek představuje technické řešení pro optimalizaci konstrukce koleje s kolejovým ložem ze šterku a zároveň zvyšuje technickou úroveň s ohledem na odolnost a životnost konstrukce. Při hledání vhodného výrobního postupu za nízkých teplot bylo využito spolupráce firmy s univerzitou a byla navržena vhodná opatření pro zkrácení doby zrání betonu.

Literatura

- [1] Protokol o zkoušce: Stanovení průběhu hydratačního tepla v železničním pražci vyrobeném v provozovně Skanska Prefa Štětí dne 29. 5. 2014 z betonu C55/67 XD3, XA1. ČVUT v Praze, Kloknerův ústav, Experimentální oddělení., Číslo protokolu: 68/14/EXPO, 17. 6. 2014, 6 s.
- [2] Šmilauer, V.: Optimalizace výroby železničního pražce – simulace nárůstu pevnosti v závislosti na počátečních a okrajových podmínkách. [Výzkumná zpráva]. 2014. 12 s.