



ŘÍZENÍ JAKOSTI STŘÍKANÉHO BETONU

Zpracovali: Doc. Dr. Ing. Jan Pruška (ČVUT v Praze, Fakulta stavební) a kolektiv řešitelů

Souhrn

V České republice, ale i na Slovensku, je v posledních cca 20 letech nejpoužívanější metodou při výstavbě tunelů metoda NRTM (Nová rakouská tunelovací metoda). Tato metoda používá stříkaný beton pro stavbu tzv. primárního ostění, které zajišťuje stabilitu výrubu tunelu do doby, než je zhotoveno definitivní ostění tunelu. Základním parametrem, který odlišuje posuzování kvality stříkaného betonu od jiných typů betonu, jsou požadavky na rychlý nárůst pevnosti. Proto jsou kvalitativní vlastnosti stříkaného betonu definovány pomocí tříd stříkaného betonu a dalších specifikovaných vlastností. Požadované vlastnosti se specifikují v projektové dokumentaci. Podle nařízení vlády č. 163/2002 + 312/2005 Sb. a souvisejících předpisů nemusí být stříkaný beton certifikován, vztahuje se však na něj v rámci systému jakosti provedení průkazných zkoušek a posouzení shody s technickou dokumentací. Většina norem se zabývá řízením jakosti jen při výrobě stříkaného betonu v souladu se specifikovanými požadavky. Ze zkušeností z praxe při výstavbě tunelů pomocí NRTM je však patrné, že na výslednou kvalitu primárního ostění ze stříkaného betonu má vliv nejen samotná směs stříkaného betonu, ale i způsob realizace nástřiku a použité strojní vybavení pro stříkaný beton. Cílem TP pro systém řízení jakosti pro stříkaný beton je nejen řízení jakosti vlastního materiálu - stříkaného betonu (zajištění základních vlastností a požadovaných parametrů stříkaného betonu především v souvislosti s využitím při NRTM), ale i vlastní aplikace stříkaného betonu (příprava směsi, nástřik a kontrola stříkaného betonu).

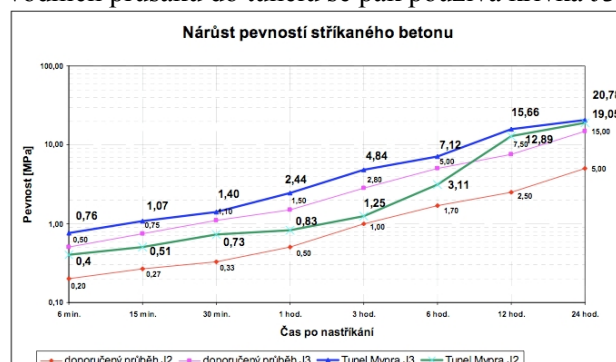
Oblast použití

Nové poznatky při řešení této problematiky najdou uplatnění při budování primárního ostění nejen u ražeb prováděných NRTM, ale i u ražeb metodou ADECO RS (v ČR zatím nepoužitá, na Slovensku se touto metodou v současnosti razí tunel Višňové). Vedle výstavby primárního ostění je také možné použití TP pro systém řízení jakosti pro stříkaný beton při zajištění skalních svahů (např. v oblastech portálů) a při zajištění základových jam. Z výše

uvedeného je patrné, že se předpokládá široké užití TP pro systém řízení jakosti pro stříkaný beton.

Metodika a postup řešení

V současné době při ražbě tunelů v ČR i v SR převažující metody konvenčního tunelování (především NRTM a poprvé v SR i metoda ADECO RS na tunelu Višňové). Při ražbách pomocí těchto metod je hlavním materiálem primárního ostění nástřikovaná betonová vrstva společně s dalšími výztužnými prvky. Vhodné složení betonové směsi a kvalitní nástřik betonu na líc výrubu jsou zcela zásadním předpokladem pro úspěšnou ražbu těmito metodami. Stříkaný beton je v některých případech využíván také při mechanizovaných ražbách pomocí tunelovacích strojů (TBM). Stříkaný beton je v některých případech využíván i jako konstrukční materiál definitivního ostění, což obecně přináší podstatné zvýšení nároků na kvalitu a zejména životnost nástřikovaného betonu. Tento materiál je možné využít i pro další účely (např. zajištění stability svahů a stěn, sanace, atd.). Základním parametrem, který odlišuje posuzování kvality stříkaného betonu od jiných typů betonu, jsou požadavky na rychlý nárůst pevnosti. Pevnosti v tlaku mladého stříkaného betonu se zkoušejí podle ČSN EN 14488-2. Podle požadované křivky nárůstu pevnosti se beton zařazuje do kategorií J1, J2, J3 – Obr. 1. Nejpoužívanější křivkou v našich podmínkách je křivka J2, při ražbách tunelu v problematické geologii nebo při zastížení zvýšených vodních průsaků do tunelu se pak používá křivka J3.



Obr. 1 Nárůsty počátečních pevností stříkaného betonu dle křivek J2 a J3 na tunelu Brusnice.

Zde je však nutno podotknout, že zkoušení počátečních pevností není možné provádět laboratorně. Existují samozřejmě laboratorní metody zkoušení počátečních pevností na cementových pastách a maltách. Výsledky těchto zkoušek však mnohdy neodpovídají výsledkům v praxi. Oproti laboratoři je totiž při praktickém použití stříkaných betonů nutno brát v potaz mnoho dalších vlivů, které zpracování směsi ovlivňují.

Proto metodika stanoví postup pro řízení jakosti stříkaného betonu s ohledem i na vlastní aplikaci in-situ, kdy se musí vzít v potaz především:

- použité kamenivo,
- použitá superplastifikační přísada,
- množství použitého cementu v receptuře,
- doba zpracovatelnosti,
- teplota betonové směsi, urychlovací přísady a prostředí,
- technologie nástřiku.

V první etapě řešení byla provedena rešeršní činnost, kdy se zjistily normy a předpisy vztahující se k problematice stříkaného betonu, byla navázána spolupráce s pracovní skupinou pro stříkaný beton CzTA ITA AITES, která v roce 2008 vydala publikaci „Stříkaný beton v podzemním stavitelství“ a s mezinárodní skupinou WG12 ITA/AITES. Ve druhé etapě byly určeny materiály, které jsou využitelné v podmínkách ČR. Současně proběhla diskuze v rámci celého řešitelského kolektivu WP4 o podobě připravovaných TP (rozsah, návaznost na ostatní normy, soulad s platnou legislativou apod.).

Výsledky

V prvním roce řešení tohoto tématu (2015) převažovala spíše rešeršní činnost. V rámci této činnosti byl vytvořen přehled norem a předpisů vztahujících se ke stříkanému betonu (a jeho použití v podzemním stavitelství) z ČR a ze zemí tunelářsky vyspělých. Na závěr roku začalo postupné sestavování obsahu technických podmínek.

Závěr

Lze konstatovat, že v průběhu roku bylo získáno množství podkladů týkajících se jakosti výroby směsi pro stříkaný beton, zkoušení stříkaného betonu a v neposlední řadě i z vlastní aplikace stříkaného betonu pro primární ostění konvenčních tunelovacích metod.

Literatura

- [1] TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB ŘVC ČR. Kapitola 2 STŘÍKANÝ BETON. Praha: Česká republika – Ředitelství vodních cest ČR, 2009. 23 p.
- [2] Hilar, M.; et al. Stříkaný beton v podzemním stavitelství, 2008th ed.; Český tunelářský komitét ITA-AITES: Praha, 2008.
- [3] TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB ČESKÝCH DRAH. Kapitola 20 TUNELY. Praha: České dráhy, s.o. - Divize dopravní cesty, o.z., 2001. 60 p.
- [4] EN 14487-1 (73 2431). Stříkaný beton - Část 1: Definice, specifikace a shoda. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [5] ČSN EN 14487-2 (732431). Stříkaný beton - Část 2: Provádění. Praha: Český normalizační institut, 2007. 20 p.
- [6] EFNARC (1996), European Specification for Sprayed Concrete, Farnham, United Kingdom
- [7] Melbye, T.; Dimmock, R.; Garshol, K. Sprayed Concrete for Rock Support., 1st ed.; UGC International, division of BASF: Zurich, 1994.
- [8] Working Group 12 WG Publications SHOTCRETE FOR ROCK SUPPORT - A SUMMARY REPORT ON STATE-OF-THE-ART, 1.st ed.; ITA - AITES: Durban, 2010.