



VYUŽITÍ CEMENTOPÍPKOVÝCH BETONŮ PRO OBJEKTY PK

Zpracovali: doc. Ing. Ludvík Vébr, CSc., Ing. Petr Pánek, Ph.D., Bc. Martina Benáková (Fakulta stavební ČVUT v Praze)

Souhrn

V rámci úkolu 1.2.2 byly porovnávány cementopípkové betony (dále CPB) s využitím různých druhů popílku, z různých elektráren a různých měsíců spalování. Zkoumán byl vliv popílku na pevnost betonu, zpracovatelnost čerstvého betonu a obsah vzduchu v betonu. Dokončeny byly první zkoušky na odolnost povrchu betonu proti působení vody a rozmrazovacích látek (stejně zkoušky na další sadě těles v současnosti ještě probíhají).

Oblast použití

V tomto výzkumu byl ověřován (s ohledem na současné možnosti) potenciál využití CPB pro stavbu objektů pozemních komunikací, které jsou vystaveny působení rozmrazovacích látek a solí zimní údržby. V rámci tohoto výzkumu vyrobené CPB byly posuzovány a porovnávány s požadavky na beton pro stupeň vlivu prostředí XF4 s ohledem na použití pro stavby pozemních komunikací. Následný výzkum bude zaměřen na využití CPB v konstrukčních vrstvách vozovek.

Metodika a postup řešení

Při zkouškách CPB bylo použito celkem osm druhů popílků. Pět popílků bylo z elektrárny Chvaletice (z měsíců: leden, březen, červen, červenec, srpen) a vždy po jednom popílku bylo z elektráren Litvínov, Mělník a Dětmárovice.

Z praktických zkušeností a dle zásad normy [1] byla navržena receptura betonu, která byla upravena tak, aby byly splněny požadavky na obsah vzduchu a odolnost proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek.

Následně byly provedeny zkoušky nutné pro porovnání vlastností vyrobených betonů bez a s použitím popílku. Jednalo se o zkoušky zpracovatelnosti, krychelné tlakové pevnosti, stanovení průsaku tlakovou vodou a odolnost proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek.

Výsledky

Zkoušené směsi a tělesa byly vyrobené podle stejné receptury, aby bylo možno sledovat vlastnosti CPB podle období spalování popílku příp. podle místa vzniku. Zpracovatelnost čerstvého betonu byla prováděna zkouškou sednutí kužele (tab. 1) a pro zjištění obsahu vzduchu v čerstvém betonu pak byla použita tlaková metoda (po 5 a 30 minutách od výroby). Hloubka průsaku tlakovou vodou pro beton XF4 je limitována hodnotou 16 mm. CPB opět vyhověly (tab. 2).

Tab. 1 Zpracovatelnost.

	REF	CH 1	CH 3	CH 6	CH 7	DĚT 3	LIT 2	MĚL 6
Teplota betonu [°C]	25,4	25,5	25,4	25,5	24,7	24,1	24,4	24,8
Teplota prostředí [°C]	25	26	26	26	25,5	25	25	26
Zpracovatelnost 5 min [mm]	210	240	260	250	220	240	250	250
Zpracovatelnost 30 min [mm]	210	230	230	240	170	230	230	250
Obsah vzduchu 5 min [%]	6,3	5,6	6,2	2,1	10,3	5,8	2,7	5,8
Obsah vzduchu 30 min [%]	5,8	4,9	5,1	2,1	8,5	4,9	3,5	5,8

Tab. 2 Hloubka průsaku tlakovou vodou [mm].

Receptura	REF	CH 1	CH 3	CH 6	CH 7	DĚT 3	LIT 2	MĚL 6
Hloubka průsaku	7	8	12	14	10	10	13	16
	6	9	14	-	12	11	-	-

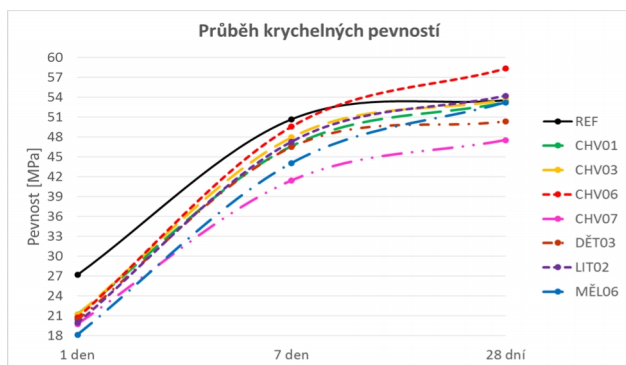
Dalšími provedenými zkouškami byly krychelné pevnosti (hrana krychle = 150 mm). CPB krychle byly testovány po jednom, sedmi a dvaceti osmi dnech od své výroby (tab. 3).

Tab. 3 Krychelné tlakové pevnosti [MPa].

	REF	CH 1	CH 3	CH 6	CH 7	DĚT 3	LIT 2	MĚL 6
1 den	27,2	21,2	21,2	20,7	19,7	20,4	19,9	18,1
7 den	50,7	46,6	47,9	49,6	41,4	46,5	47,3	44,0
28 dní	53,5	53,3	53,7	58,3	47,5	50,4	54,2	53,2

V grafu (obr. 1) jsou zobrazeny průběhy krychelných pevností všech CPB a referenční směsi. Všechny CPB krychle vyhověly požadavkům na

tlakovou pevnost, jejíž požadovaná hodnota je podle [1] rovna 37 MPa. Pevnosti CPB po 28 dnech jsou v podstatě srovnatelné.



Obr. 1 Průběh krychelných pevností.

Pro odolnost proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek byla použita zkouška typu „C“ na válci. Betony pro prostředí XF4 musí splnit požadavek 75 cyklů/1000 g/m².

Tab. 4 Odolnosti povrchu betonu proti působení vody a rozmrazovacích látek.

Počet cyklů	25 cyklů	50 cyklů	75 cyklů	100 cyklů	125 cyklů	150 cyklů
REF	59,4	116,3	165,8	275,3	393,3	433,8
CH 1	65,6	118,3	134,1	176,0	210,8	216,7
CH 3	15,3	78,9	108,4	142,3	176,6	201,7
CH 6	127,9	443,7	798,2	2618,4	4156	4704,9
CH 7	19,5	66,8	86,3	94,5	106,4	119,4
DĚT 3	27,4	43,0	49,5	56,6	62,2	72,2
LIT 2	48,7	155,3	241,6	701,2	1112,6	1584,8
MĚL 6	37,3	86,9	107,8	119,7	163,8	255,2



Obr. 2 Velmi porušená směs CH 6 po 150 cyklech vlevo, neporušená směs CH 1 po 150 cyklech vpravo.

Jednotlivé CPB směsi se lišily především z hlediska zpracovatelnosti. Prozatímní výsledky ukázaly, že je nutné CPB z hlediska tohoto parametru mnohem více kontrolovat než „běžné betonové směsi“. I přes stejné receptury se CPB směsi z jediné elektrárny z hlediska zpracovatelnosti značně lišily. Požadavky na zpracovatelnost a provzdušnění splnily CPB s popínkem z elektrárny Chvaletice CH 1 a CH 3. Požadavkům vyhověly i směsi DĚT 3 a MĚL 6. U ostatních směsí byl obsah vzduchu příliš vysoký, nebo naopak příliš nízký. Nedá se tedy všeobecně říci, že popílek z jedné elektrárny se bude vždy chovat v betonové směsi stejně.

Krychelné pevnosti vyhověly u všech směsí požadavkům na beton C30/37, který byl ve výzkumu použit jako referenční.

Hloubka průsaku tlakovou vodou také vyhověla u všech směsí požadavkům normy. Pouze u směsi MĚL 6 byla hloubka rovna hraniční hodnotě 16 mm.

Zkouška na odolnost povrchu betonu proti působení vody a rozmrazovacích látek odpovídá základnímu požadavku normy a to u všech směsí! Jak je ale vidět na směsi CH 6, tak odolnost povrchu neúměrně klesá a povrch je už velmi porušený.

Závěr

Použití popílku jako příměsi do betonů je jednou z možností jak zlepšit jejich vlastnosti. Z prvních výsledků vyplynulo, že při vhodně zvolené receptuře CPB splňuje základní požadavky na pevnost. Také se zpracovatelností CPB směsí, která bývá značně ovlivněna požadavky odběratele, je možné dále pracovat a upravovat ji podle jeho potřeb. Je však nutné zmínit, že vlastnosti popílků mohou být do značné míry proměnlivé, a proto je pro definitivní potvrzení vhodnosti využívání CPB do objektů pozemních komunikací nutné provést větší množství zkoušek.

Pro ověření využití CPB přímo do konstrukčních vrstev vozovek pozemních komunikací (krytu) bude rozšířen výzkum i o zkoušky další, zaměřené např. na cyklické zatěžování CPB desek a do budoucna se předpokládá v součinnosti s dalšími subjekty vybudování zkušebních úseků.

Pro prosazení využívání CPB do vrstev vozovek je nutné získat také větší podporu firem, které budou ochotny tyto nové materiály používat (zavedení nových receptur) a současně přesvědčit o výhodách těchto materiálů také investora.

Literatura

- [1] ČSN EN 206 – 1. Beton – specifikace, vlastnosti, výroba, shoda. 2014. Český normalizační institut. Praha. 87 s.
- [2] ČSN EN 450 – 1. Popílek do betonu – Část 1: Definice, specifikace a kritéria shody. 2013. Český normalizační institut. Praha. 27 s.
- [3] Lutze D., vom Berg W. 2008. Handbuch Flugasche im Beton. Verlag Bau+Technik GmbH. Dusseldorf. 105 s.