

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

36 331

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C04B 18/16 (2006.01)

C04B 28/04 (2006.01)

C04B 24/32 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-40103**

(22) Přihlášeno: **26.07.2022**

(47) Zapsáno: **06.09.2022**

(73) Majitel:
Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s., Brno,
Komárov, CZ

(72) Původce:
Ing. Ivana Chromková, Braniškov, CZ

(54) Název užitého vzoru:
**Betonová směs s optimálním využitím
stavebního recyklátu**

Betonová směs s optimálním využitím stavebního recyklátu

Oblast techniky

Technické řešení se týká složení betonové směsi, v níž je přírodní těžené kamenivo frakce 4/8 nahrazeno betonovým a cihelným recyklátem.

Dosavadní stav techniky

Beton je v současné době nejrozšířenějším a nejpoužívanějším stavebním materiálem. Jedná se o kompozitní stavební hmotu, která se skládá z pojiva, plniva, vody, přísad a příměsí. Každá složka betonu mu propůjčuje a modifikuje jeho charakteristické vlastnosti.

Důležitou roli v betonové směsi hraje kamenivo neboli plnivo, které má ve výsledném betonu funkci kostry. Jako plnivo je využíváno převážně přírodní kamenivo. Současný stav zásob přírodního kamene a zároveň trend či zřejmá nutnost zavádění recyklovaných materiálů do výroby stavebních materiálů nahrává využívání recyklátů z demolice staveb (SDO), které mohou přírodní kamenivo nahradit. Argumentů pro zpracovávání SDO ve formě recyklovaného kameniva do betonu je celá řada. Od roku 1991 nebyly v ČR otevřeny žádné nové kamenolomy ani pískovny a výhledově není otevření nového lomu plánováno. Ba naopak ve výhledu následujících 10 let je uzavírání současných kamenolomů a pískoven, a to až na polovinu současného stavu. Již nyní jsou na stavbách zaznamenávány problémy s dodávkami přírodního kamene/kameniva pro výrobu betonu.

Naproti tomu vzniká ve stavebním průmyslu mnoho odpadu, jako jsou beton, cihly, tašky a keramické výrobky, resp. směsi těchto odpadů. V posledních letech se jedná průměrně o cca 16 mil. tun tohoto odpadu za rok. Pokud by se podařilo zavést využívání recyklátů z SDO do běžné stavební praxe, bylo by možno ušetřit velkou část z celkové roční spotřeby kameniva využívaného pro výrobu betonu.

Obecně lze konstatovat, že betonové a cihelné recykláty vykazují vyšší pórovitost a s tím spojenou nasákavost, než je tomu u přírodního kameniva. Dále pak nižší objemovou a sypanou hmotnost. To ovlivňuje vlastnosti betonu, který takové recyklované kamenivo obsahuje. Betony s obsahem recyklátů nedosahují většinou takových pevností, jako tomu je u betonů s přírodním hutným kamenivem. Nižší bývá i hodnota modulu pružnosti betonu.

Recyklované kamenivo s SDO představuje dobrý zdroj náhrady přírodního kameniva. Důležitý je návrh/vytvoření vhodné receptury betonu a ověření technologie jeho výroby.

Technické řešení si klade za úkol navrhnout složení zavlhlé betonové směsi, vhodné pro výrobu prefabrikovaných stavebních prvků.

Podstata technického řešení

Směs zavlhlého betonu, v jehož receptuře bylo plně nahrazeno přírodní plnivo frakce 4/8 mm betonovým recyklátem, resp. betonovým a cihelným recyklátem ve vhodném poměru.

Plnivo v betonové směsi tvoří těžný písek o zrnitosti 0 až 4 mm anebo jiné přírodní kamenivo o zrnitosti 0 až 4 mm a betonový recyklát, resp. směs betonového a cihelného recyklátu, frakce 4 až 8 mm.

Směs zavlhlého betonu je tvořená 15 až 17 % hmotn. cementu CEM I 42,5 R, 53 až 55 % hmotn. přírodním plnivem o zrnitosti 0/4 mm, 13 až 22 % hmotn. přečištěným betonovým recyklátem frakce 4/8 mm, 0 až 8 % přečištěným cihelným recyklátem frakce 4/8 mm, 0,15 až 0,2 % plastifikátoru na bázi polykarboxylátetheru a 7,5 až 9,0 % vody.

Příklady uskutečnění technického řešení

Betonový a cihelný recyklát frakce 8/32 mm byl před aplikací do betonu upraven – podrcen a proséváním přes soustavu sítí vytříděn. Tímto způsobem byl získán betonový recyklát frakce 4/8 mm a cihelný recyklát frakce 4/8 mm.

K přípravě zavlhlého betonu byly použity suroviny, které jsou uvedeny v Tabulce 1. Jako pojivo byl použit portlandský cement CEM I 42,5 R. Dále byl použit přírodní písek frakce 0/4 mm (Hrušovany), betonový recyklát, cihelný recyklát, voda a plastifikační přísada. Veškeré suché složky byly naváženy a postupně homogenizovány po dobu nutnou pro získání konstantních vlastností směsi. Na počátku homogenizace bylo provedeno řádné promíchání kameniva, poté byl přidán cement. Po homogenizaci suchých složek byla přidána voda, jejíž množství odpovídá požadavkům na zavlhlou směs pro vibrované betonové výrobky. Dle technických návodů výrobce použitého plastifikátoru bylo nejdříve vlito 80 % dávky vody a po 2 min. míchání vlito zbylé množství vody s plastifikátorem.

Tabulka 1: Receptura zavlhlé betonové směsi (m³)

Označení	Jednotka	100B	70B:30C
CEM I 42,5 R	kg	350	350
Kamenivo přírodní f. 0/4	kg	1200	1200
Betonový recyklát f. 4/8	kg	482	330
Cihelný recyklát f. 4/8	kg	0	145
Plastifikátor Glemium ACE	kg	3,5	3,5
Voda	l	175	190

Ze zavlhlé betonové směsi byla v kovových formách na vibračním stole vyrobena sada zkušebních těles. Na vzorcích betonu byly po 7, 28, 90 dnech zrání stanovena pevnost v tahu za ohybu a v tlaku dle ČSN EN 12390-3, stanovena objemová hmotnost dle ČSN EN 12390-7, provedena zkouška mrazuvzdornosti dle ČSN 73 1322. Doplnkovou zkouškou bylo stanovení nasákavosti.

U receptury, ve které bylo nahrazeno přírodní kamenivo betonovým recyklátem (označení 100B) nebyly pozorovány žádné odchylky od standardní (srovnávací) směsi, která obsahovala pouze přírodní kamenivo. Po 28 dnech zrání dosahovala pevnost v tlaku 40,13 N/mm², pevnost v tahu za ohybu 5,47 N/mm². Pevnostní charakteristiky po 90 dnech zrání: pevnost v tlaku 53,68 N/mm², pevnost v tahu za ohybu 6,49 N/mm². Nasákavost vykazovala hodnotu 7,0 %, což je o 0,9 % více než u referenčního betonu. Koeficient mrazuvzdornosti betonu s náhradou přírodního kameniva betonovým recyklátem vyhovuje limitním hodnotám pro 100 cyklů zmrazování a rozmrazování. Dosáhl výrazně lepších pevnostních parametrů po zkouškách mrazuvzdornosti, než tomu bylo u referenčního betonu.

Vyrobený zavlhlý beton odpovídá požadavkům na typ betonu třídy C30/37 a třídě prostředí XF1, resp. XF3.

U receptury, ve které bylo nahrazeno přírodní kamenivo betonovým a cihelným recyklátem v poměru 70:30 (označení 70B:30C) byly zjištěny pevnostní charakteristiky nižší než u betonu

s betonovým recyklátem. Oproti referenčnímu betonu byly pevnost v tlaku po 7 dnech o 10 N/mm² nižší, po 28 a 90 dnech nižší o cca 20 N/mm². Pevnosti v tahu za ohybu se v průběhu 7 až 90 dnů zrání pohybovaly v rozpětí 3,35 až 5,9 N/mm², což bylo cca o 1 N/mm² méně než u referenčního betonu. Výrazný byl rozdíl v hodnotách nasákavosti betonů s přírodním kamenivem a betonů s náhradou přírodního kameniva betonovým a cihelným recyklátem, který činil 1,9 %.

Výborných výsledků bylo dosaženo při zkoušce mrazuvzdornosti. Koeficient mrazuvzdornosti betonu s náhradou přírodního kameniva betonovým a cihelným recyklátem splňuje všechny požadavky pro 150 cyklů zmrazování a rozmrazování. Dosáhl výrazně lepších pevnostních parametrů po zkouškách mrazuvzdornosti, než tomu bylo u referenčního betonu a také odolal více zmrazovacím cyklům, než tomu bylo u betonu s náhradou kameniva pouze betonovým recyklátem.

Vyrobený zavlhlý beton s označením 70B:30C odpovídá požadavkům na typ betonu třídy C30/37 a třídě prostředí XF1, resp. XF3.

Technické parametry zavlhklých betonů s obsahem betonového recyklátu, resp. betonového a cihelného recyklátu jsou uvedeny v Tabulce 2.

Tabulka 2: Technické parametry zavhlého betonu s betonovým a cihelným recyklátem

Vlastnost	Jednotka	Dosažená hodnota	
		100B	70B:30C
Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech zrání	N/mm ²	5,47	4,79
Pevnost v tahu za ohybu po 90 dnech zrání	N/mm ²	6,49	5,91
Pevnost v tlaku po 28 dnech zrání	N/mm ²	40,13	34,71
Pevnost v tlaku po 90 dnech zrání	N/mm ²	53,68	45,96
Objemová hmotnost po 28 dnech zrání	kg·m ³	2180	1990
Koeficient mrazuvzdornosti po 50 cyklech	%	98,27	96,17
Koeficient mrazuvzdornosti po 100 cyklech	%	81,51	91,43
Koeficient mrazuvzdornosti po 150 cyklech		-	82,25
Nasákavost po 28 dnech zrání	%	7,0	7,9

Přínosem zpracování betonového a cihelného recyklátu vzniklého z demolic staveb (příp. jako odpad ve výrobě) do hmoty betonu je v současné době velice diskutovaným tématem.

Odbornou veřejností je sledována nutnost využívání odpadů z demolic staveb. Ověřením vhodné kombinace recyklátů do receptury betonu a postupným zaváděním tohoto typu kameniva do běžné stavební praxe bude možné dosáhnout snížení množství odpadního materiálu na skládkách.

NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Betonová směs s optimálním využitím stavebního recyklátu, **vyznačující se tím**, že je tvořená z 15 až 17 % hmotn. cementu CEM I 42,5 R, 53 až 55 % hmotn. přírodním plnivem o zrnitosti 0/4 mm, 13 až 22 % hmotn. přečištěným betonovým recyklátem frakce 4/8 mm, 0 až 8 % přečištěným cihelným recyklátem frakce 4/8 mm, 0,15 až 0,2 % plastifikátoru na bázi polykarboxylátetheru a 7,5 až 9,0 % vody.