



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU 269 363

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(21) PV 4425-88.Q
(22) Přihlášeno 24 06 88

(40) Zveřejněno 12 09 89
(45) Vydáno 16 01 91

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
C 04 B 28/04

(75)

Autor vynálezu

VŠETEČKA TOMÁŠ ing.,
ŠKVÁRA FRANTIŠEK RNDr. DrSc., PRAHA

(54)

Způsob přípravy betonové směsi s nízkým
vodním součinitelem na bázi bezsádrovco-
vého portlandského cementu

(57) Je vyřešen způsob přípravy betono-
vé směsi s nízkým vodním součinitelem na
bázi bezsádrovcového portlandského cemen-
tu pro případy použití směsi zejména při
"prepakt" technologiích. Podstata navrže-
ného způsobu spočívá v tom, že se kaše
nebo malta proleje do kameniva obsahují-
cího nejméně 1 až 3 % hmotn. vlhkosti,
s výhodou navlhčeného před přípravou smě-
si, přičemž toto kamenivo má minimální
velikost zrna 8 mm při prolévání maltou
nebo 4 mm při prolévání kaší.

Vynález se týká způsobu přípravy betonové směsi s nízkým vodním součinitelem na bázi bezsádrovcového portlandského cementu, která dosahuje vysokých počátečních i dlouhodobých pevností.

Základním předpokladem pro dosažení vysokých pevností betonů je příprava směsi s nízkým poměrem vody ku cementu. Snahou výzkumných prací v oblasti speciálních i běžných betonů je proto nalézt způsob, jak snížit hodnotu vodního součinitele, a to pod hodnotu $w = 0,35$ beze ztráty zpracovatelnosti. Pro přípravu betonů s nízkým vodním součinitelem jsou vhodné bezsádrovcové portlandské cementy, které jsou zpracovatelné při velmi nízkém vodním součiniteli $w = 0,20$. Vlastnosti těchto BS cementů, respektive možnost přípravy betonů z těchto cementů byly popsány v US 3,689,294, US 4,168,985, US 4,551,176 a v čs. autorském osvědčení č. 253.499. I v přípravě BS cementů není příprava betonů s vodním součinitelem pod hodnotu 0,28 až 0,26 snadnou záležitostí. Jednou z možností využití vynikajících reologických vlastností BS cementů je příprava betonových směsí odděleným způsobem. Při této technologii se například do bednění, respektive prostoru pro betonáž nejprve uloží hrubé kamenivo, které se po případném zhutnění prolévá speciální maltou nebo kaší. Prolévání je možné podporovat vibrací, respektive tlakovým vháněním malty nebo kaše do předem uloženého kameniva. Tato technologie je používána v řadě speciálních betonářských prací, například v silničním stavitelství nebo při přípravě pilot. Předností této oddělené betonáže - nazývané také prepaktem - je, jak uvádějí Jílek a Novák: Betonové stavitelství I, 1986, v tom, že hrubé kamenivo neprochází míchačkou. Míchačka je potom chráněna před intenzivním opotřebováním a hrubé kamenivo před zvýšeným namáháním otlukem.

Použití technologie "prepekt" s běžným portlandským cementem naráží na řadu nevýhod. Předně je zapotřebí zajistit vysokou tekutost malty, respektive kaše, která musí proniknout mezi hrubé kamenivo. Tuto vysokou tekutost malty, respektive kaše lze zajistit zvýšením obsahu cementu ve směsi až na 700 kg/m^3 betonové směsi, dále potom použitím plastifikačních přísad, respektive zvýšením vodního součinitele nad 0,50. Při této technologii je nutné často používat aktivačních míchaček k překonání negativního vlivu vysokého vodního součinitele směsi. Další podmínkou úspěchu při technologii "prepekt" je použití kameniva se zrnky velkých rozměrů.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje způsob přípravy betonové směsi s nízkým vodním součinitelem na bázi bezsádrovcového portlandského cementu podle vynálezu. Nejprve se připraví kaše s vodním součinitelem $w < 0,30$ nebo se připraví malta s $w < 0,35$, přičemž poměr umletého slínku k jemnému kamenivu je 1:0,30 až 1:2,7 hmot. a potom se kaše nebo malta nalije nebo se pod tlakem, popřípadě za vibrací, dopraví do vrstvy drceného nebo těženého kameniva. Podstatou spočívá v tom, že se kaše nebo malta proleje do kameniva obsahujícího nejméně 1 až 3 % hmot. vlhkosti, s výhodou navlhčeného před přípravou směsi, přičemž toto kamenivo má minimální velikost zrna 8 mm při prolévání maltou nebo 4 mm při prolévání kaší.

Nutnou podmínkou pro provedení této technologie s maltou nebo kaší z BS cementů je tedy zamezení nežádoucího odsávání vody z malty nebo kaše kamenivem. Při přípravě je tedy nutné použít kamenivo vlhké, respektive kamenivo před přípravou směsi navlhčit. Takové kamenivo dovoluje hladký průchod malty nebo kaše z BS cementů. Výhodou způsobu podle vynálezu je také skutečnost, že na rozdíl od dřívějších omezení pro velikost hrubého kameniva - při užití portlandského cementu - lze užít hrubé kamenivo těžené i drcené již od velikosti 4 mm pro kaše a od velikosti 8 mm pro malty. Význam vody obsažené ve vlhkém kamenivu spočívá v tom, že může sloužit jako dodatečný zdroj vody pro hydrataci a dovoluje dosažení vysokého stupně hydratace v matici, kterou tvoří cementový kámen s nízkým vodním součinitelem. Výhodou je také, že při prolévání vrstvy hrubého kameniva vysoce tekutou maltou nebo kaší z BS cementů

s nízkým vodním součinitelem - často v oblasti $w = 0,23 - 0,27$ podle vynálezu dojde k plnému vyplnění všech mezer mezi kamenivem, a to i na spodní straně dílce bez výskytu shluků nepropojeného kameniva. Výhodné je současné použití vibrace. Tímto způsobem lze bez použití speciálních míchaček připravit beton vysoké třídy s nízkým vodním součinitelem, a to i při nízkém obsahu BS cementu ve směsi. V tomto případě lze použít jednoduchých míchaček pro přípravu malty. Postupem podle vynálezu odpadají potíže vyvolané nutnou regulací počátku tuhnutí betonových směsí z BS cementů, respektive důsledky míchání větších objemů betonových směsí z BS cementů na zkracování počátku tuhnutí. Způsob podle vynálezu dále umožňuje přípravu betonové směsi s kamenivem, jehož vlastnosti jsou rozloženy podle hloubky betonové směsi, kdy například horní vrstva může obsahovat plnivo vysoce odolné vůči otěru a spodní kamenivo běžné kvality. Způsobem podle vynálezu je dále možné použít různou dávku cementu podle profilu betonové směsi. Také je možné tímto způsobem připravit dílce s vláknitou výztuží. Jinou možnost skýtá použití vysoce tekuté kaše s popínkem, například při vytváření pilot, kde je obtížný přístup s vibrátory.

Vynález je osvětlen na následujících příkladech, tyto však vynález nijak neomezuji.

Příklad 1

Ze slínku z cementárny Štramberk byl připraven BS cement umletím na měrný povrch $502 \text{ m}^2/\text{kg}$ za přísady $0,1 \%$ hmot. slínku etylenglykolu. Z tohoto BS cementu byl připraven beton s nízkou dávkou cementu s výhodou použitelný pro prefabrikáty a technologii používající oddělenou betonáž. Příprava betonové směsi proběhla ve dvou fázích. V první fázi byla připravena malta v poměru cement:písek $= 1:2,1$, kdy tato malta obsahovala 1% Na_2CO_3 - hmot. BS cementu - a $0,92 \%$ hmotnosti písku Na_2CO_3 a dále $0,75 \%$ hmot. BS cementu polyfenolátu sodno-železitého, 3% hmot. BS cementu úletu SiO_2 z Mníšku a $0,01 \%$ hmot. BS cementu etylsilikátu 40. Vodní součinitel malty byl $0,27$. Jako plnivo pro maltu byl použit písek z lokality Kaznějov frakce $0,5$ až 4 mm . Konzistence této malty byla velmi plastická až tekutá. V druhé fázi bylo připraveno hrubé kamenivo z lokality Rejta - žulová zrna lístkového charakteru - 80% zrn s nevyhovujícím tvarovým indexem - frakce 8 až 16 mm s podsítným $15,3 \%$, s nadsítným $8,7 \%$, mezerovitost setřesená, zjištěná nálevem, byla 36 až 38% .

Postup přípravy betonové směsi byl následující. Do formy o rozměrech $150.150.150 \text{ mm}$ byla volně nasypána vrstva hrubého kameniva do výšky 6 až $7,5 \text{ cm}$ dávkovaná hmotností. Kamenivo bylo použito ve dvou úpravách: a/ v suchém stavu, b/ zvlhčené. Na vrstvu kameniva byla nalita poměrná část malty a zavibrována při frekvenci 50 Hz na vibračním stole. Po cca 15 vteřinách malta vyplnila prostor mezi zrny hrubé frakce a vzniklá betonová směs se chovala jako kompozit připravovaný běžným způsobem. Na tuto vrstvu byla doplněna další vrstva až do úplného vyplnění formy. Celková doba vibrace se pohybovala mezi 35 až 55 vteřinami. Celková dávka cementu byla 284 kg/m^3 . Na připravených tělesech byla zjišťována objemová hmotnost, jejíž směrodatná odchylka se pohybovala okolo 4% . Výsledky krychelných pevností jsou uvedeny v následující tabulce. Ošetřování těles bylo po dobu 24 hodin pod vlhkou tkaninou a 2 až 28 dní v prostředí s relativní hmotností 55 až 75% při teplotě $20 \pm 3^\circ \text{C}$.

Tabulka 1

Dávka cementu na m^{-3}	Konzistence	Obj.hmotn. kg/m^{-3}	Úprava kameniva	Pevnost v tlaku /MPa/			
				24 hod.	2 dny	22	28
284	+/	1 800	suché +/	14	--	--	--
284	velmi měkká až měkká	2 390	vlhké	24	40	57	75

+/- Při použití suchého kameniva drceného docházelo během prolévání a vibrace k odsávání záměsové vody. Betonová směs měla nízkou objemovou hmotnost a uvnitř tělesa byly shluky hrubého kameniva nepropojené spojovací maltou.

Příklad 2

Při kontrolním pokusu se stejným složením směsi jako v příkladu 1 byla použita spádová míchačka. Směs stejného složení jako v příkladu 1 měla konsistenci velmi tuhou až tuhou. Tato směs byla velmi obtížně zhutitelná, a to v případě použití suchého i vlhkého kameniva.

Příklad 3

Ze slínku z cementárny Štramberk byl připraven BS cement umletím za přísady 0,03 % hmot. slínku Abesonu TEA s měrným povrchem $430 \text{ m}^2/\text{kg}$. Z tohoto cementu byl podobně jako v příkladu 1 připraven beton vhodný pro prefabrikaci a oddělenou betonáž. Oproti příkladu 1 bylo dávkování cementu a použité kamenivo odlišné. Cementová malta byla připravena v poměru míšení 1:1,6, kde přísady byly dávkovány takto: 1 % hmot. BS cementu Na_2CO_3 a 0,15 % hmot. kameniva Na_2CO_3 , 0,75 % hmot. BS cementu polyfenolátu sodno-železitého, 3 % hmot. BS cementu úletu SiO_2 z Mníšku na 0,01 % hmot. BS cementu etylsilikátu 40. Vodní součinitel malty byl 0,26. Jako drobné kamenivo byl použit písek z lokality Halámky frakce 0,5 až 4 mm. Konsistence připravené malty byla velmi plastická až tekutá. Jako hrubé kamenivo bylo použito těžené kamenivo z lokality Petržalka - drcené oblázky - frakce 8 až 16 ostře tříděné s mezerovitostí 32 %, zjištěné nálevem. Hrubé kamenivo bylo použito v dvou variantách a/ silně zvlhčené na povrchu b/ zvlhčené. Výsledky krychlených pevností jsou v následující tabulce, kdy uložení bylo stejné jako v příkladu 1.

Tabulka 2

Obj.hmotnost kg/m^3	dávka cementu	kamenivo	pevnost v tlaku /MPa		
			24 hodin	3 dny	28 dní
2 430	342 kg/m^3	vlhké	31,1	48	78
2 397	342	silně vlhké	34,1	55	60

Příklad 4

Kontrolní pokus ukázal, že pro dosažení stejné krychlené pevnosti betonu po 28 dnech, tj. cca 75 MPa v tlaku při stejném složení směsi je nutné zvýšit dávku cementu o 50 až 80 kg/m^3 směsi při použití běžné míchačky z důvodů zpracovatelnosti směsi.

Příklad 5

Ze slínku cementárny Štramberk byl připraven BS cement umletím na měrný povrch $450 \text{ m}^2/\text{kg}$ za přísady 0,05 % Abesonu TEA. Z tohoto cementu byla připravena volně tekutá kaše s vodním součinitelem 0,25 za přísady 1 % hmot. cementu Na_2CO_3 a 0,6 % sulfonovaného polyfenolátu. Do nádoby o rozměru 20.20.10 cm bylo nasypáno kamenivo, které bylo volně setřeseno. Kamenivo bylo použito jak v suchém, tak i zvlhčeném stavu. Na vrstvu kameniva byla nalita kaše, která volně protékala vrstvou kameniva. V následující tabulce je uveden počátek tuhnutí celé směsi. V případě použití suchého kameniva docházelo ke vzniku dutin neprostoupených maltou.

Tabulka 3

kamenivo	počátek tuhnutí
Vliněves 4 až 16	170 min
Předonín 8 až 16	170 min
Klecany 16 až 22	125 min
Vojkovice 6,3 až 8 mm	200 min
Chžín 6,3 až 8	190 min
Suchdol 6,3 až 8	190 min
Dřenice 2,7 až 4	145 min
kontrolní pokus samotná kaše	190 až 200 min

Způsob přípravy betonové směsi podle vynálezu lze s výhodou použít ve stavebnictví, zejména při technologických "prepakt".

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob přípravy betonové směsi s nízkým vodním součinitelem na bázi bezsádrovcového portlandského cementu, kdy se nejprve připraví kaše s vodním součinitelem $w < 0,30$ nebo se připraví malta s $w < 0,35$, přičemž poměr umletého slínku k jemnému kamenivu je 1:0,3 až 1:2,7 hmot. Potom se kaše nebo malta naliže nebo se pod tlakem popřípadě za vibrací dopraví do vrstvy drceného nebo taženého kameniva, vyznačující se tím, že se kaše nebo malta proleje do kameniva obsahujícího nejméně 1 až 3 % hmot. vlhkosti, s výhodou navlhčeného před přípravou směsi, přičemž toto kamenivo má minimální velikost zrna 8 mm při prolévání maltou nebo 4 mm při prolévání kaší.