

Otázka: Složky betonové směsi

Předmět: Pozemní stavitelství

Přidal(a): shi.kulka

DRUHY, VLASTNOSTI A ZKOUŠKY ZÁKLADNÍCH SLOŽEK BETONOVÉ SMĚSI

Základními složkami jsou: kamenivo (tvoří kostru betonu), cement (lepidlo), voda (reakce, zpracovatelnost betonu), přísady a příměsi (upravují vlastnosti čerstvého i hotového betonu)

KAMENIVO =zrnitý materiál anorganického původu, který propadne sítem o velikosti ok 125mm

Dělí se na : - přírodní kamenivo (těžené z řek, těženo z pískovny, drcené kamenivo z lomu) a umělé kamenivo (použití v lehkých betonech)

Požadavky a vlastnosti kameniva

- Nesmí obsahovat problematické minerály (se sírou)
- Přítomnost síry narušuje hydrataci
- Sloučeniny síry podporují korozi oceli
- Kamenivo nesmí být s amorfním křemenem (v zásaditém prostředí nabývá na objemu a beton odstřeluje)

- Musí mít dostatečnou pevnost (takovou, jakou chceme mít u betonu)
- Nesmí být zvětralé (nedostatečná pevnost)
- Musí být čisté (bez jílu, hlíny, chemického znečištění)
- Musí mít vhodnou zrnitost
- Vhodný tvar zrn, nevhodné jsou jehličky a placičky
- Nesmí být radioaktivní

*V 70. letech se v Trutnově postavil dům z radioaktivního radonu (tvárnice z popela)

*19. stol., Jáchymov, odpad z výroby uranu - udělali z toho radioaktivní maltu

Kamenivo se dělí na:

- Štěrkopísek - těžené přírodní kamenivo (0-125 mm)
- Štěrk - drcené kamenivo větší než 22 mm
- Drť - drcené drobné kamenivo do 4 mm
- Štěrkodrt - směs drobného a hrubého drceného kameniva
- Filler - kamenná moučka, používá se do vodotěsnících betonů
- Vysivka - zbylé kamenivo (sypou se s ním chodníky a silnice)

Zkoušky kameniva

Zkouška zrnitosti - přesvědčení se, jestli má kamenivo správnou velikost

- Kamenivo se zvaží
- Prosije se řadou sít (1, 2, 4, 8, 16, 32, 63, 125 mm)
- Zbytky na jednotlivých sítích se zvaží
- Vypočítá se propad = součet všeho, co je pod sítím (vyjadřuje se v procentech)
- Vyneseme do grafu

Frakce - kamenivo, které propadlo velikostí (např. 8 mm) a nepropadlo velikostí (např. 4 mm)
- 4/8 mm frakce

- Úzká frakce – propad mezi 2 síty např. 32/63 mm nebo 1/2 mm
- Široká frakce – několik úzkých frakcí za sebou např. 2/16 mm

Křivka zrnitosti

Spojité – plynule na sebe navazuje

Přetržitá – je v ní díra, vznikne tak, že některá frakce chybí

Odplavitelné částice - množství odplavitelných částic menších než 0,063mm

- Zkušební kamenivo vysuším při 100°C
- Potom zvažím
- Nasypu do nádoby a zaliju vodou
- Zamíchám to a voda se zakalí
- Odleju špinavou vodu, naliju čistou a tento postup opakuji do vyčištění
- Vysuším a zvažím, vyjádřím v procentech (do 1%)

Humus - colometrická zkouška - organické látky, do betonu nepatří, špatně se snáší s cementem a narušuje hydrataci. Humus se projeví tak, že nasypeme kamenivo a nalijeme roztok NaOH, roztok se zabarví do žluta, když tam bude víc humusu, čím více humusu, tím tmavší barva (hnědá až černá)

Nasákavost - zajímá nás kvůli dávkování vody do směsi, jinak by voda mohla chybět

- Kamenivo zvažíme, namočíme, necháme okapat, osušíme, zvažíme a potom v % vyjádříme nasákavost

Tvar zrn kameniva - dělá se pouze na hrubém kamenivu, poměru stran kameniva se říká povrchový index – poměr mezi nejkratší a nejdelší částí kameniva. Měří se posuvným měřítkem.

Přítomnost siřníků a síranů - Do nádoby nasypu kamenivo, nasypu do něj HCl. Pokud to obsahuje siřníky, vylučuje se sirovodík. Následně do roztoku přileju roztok chloridu bornatého. Pokud se to zakalí, tak tam jsou sírany.

Zkouška hlinitosti - zjistí přítomnost hlíny

- Do válce dáme kamenivo, nalijeme vodu, zatřese se a necháme 24h v klidu
- Hlinitou se projeví jako prstenec zakalené vody (změříme tl. Prstence)

Pevnost kameniva - aspoň tak veliká, jako pevnost betonu, který chceme vyrobit

- Přírodní kamenivo se nezkouší
- Vyrobit se beton a zkouší se přímo ten
- Zajímá nás hlavně u lehkého kameniva
- Do válce se dá kamenivo, které vyhovuje a do druhého válce se dá kamenivo, které zkoušíme, začne se na to tlačit a porovnává se jeho deformace = pevnost se zkouší nepřímou, stlačením dvou kameniv (osvědčené a zkoušené)

Otlukovost - cílem zkoušky je zjištění, jak se bude kamenivo chovat při opakovaných nárazech (míchání a transport kameniva)

- Uděláme křivku zrnivosti kameniva, potom kamenivo hodíme do bubnu a přidáme ocelové koule, potom kamenivo vyndáme a znovu uděláme křivku zrnivosti

Skladování kameniva

- skladujeme každý druh a každou frakci zvlášť
- musíme ho chránit před znečištěním
- kamenivu nevadí teplo, déšť, mráz, světlo...

CEMENT = hydraulické pojivo - tvrdne i bez přístupu vzduchu

Výroba cementu

- vyrábí se v rotačních pecích, surovina musí projít přes teplotu 1400°C = mez slinutí
- pod 1400°C vznikne vápno, nad vznikne portlandský slínek
- slínek se rozemele v kulových pecích
- při mletí se musí přidat různé látky, nejdůležitější je malé množství sádrovce, působí proti rychlému tvrdnutí

Hydratace cementu - fyzickochemický proces, vzniká hned po spojení s vodou

- potom začne tuhnout (z pasty se stane pudink) a postupně to přejde do tvrdnutí
- během hydratace se uvolní značné množství tepla = hydratační teplo (největší teplo během 24h). Rychlost vývinu způsobuje jemnost cementu a chemické složení.

Vaznost cementu - schopnost cementu stát se lepidlem

- vaznost závisí na jemnosti mletí a chemickém složení
- vaznost poznám podle čísla na pytli cementu (32,5 / 42,5 / 52,5) = třída cementu, čím vyšší číslo, tím lépe váže

Zkoušky cementu

Zkouška hustoty cementové kaše - příprava pro ostatní zkoušky

Vicatův přístroj - stanoví se s ním normální hustota cementové kaše

- zkouší se pomocí válečku (na hustotu)
- zkouší se začátek a konec tuhnutí pomocí jehly

- pokud se váleček za 30s zastaví 5 – 7 mm nade dnem, tak má kaše normální hustotu a děláme další zkoušku

Zkouška počátku a konce tuhnutí - vistův přístroj s jehlou

- začátek tuhnutí je, když se jehla zastaví 3 – 5 mm nad podložkou (píchná se do toho po obvodu)
- konec tuhnutí je okamžik, kdy se jehla zapíchne max. 0,5 mm pod povrch (do 12h oi smíchání s vodou)

Zkouška objemové stálosti - volné oxidy způsobují, že beton nabývá na objemu = vznik trhlin (objemově nestálé cementy)

- zkoušku vymyslel Le Chatellière
- cementovou kaší zaplníme objímku (trubku)
- probíhá při 20°C a 24h se to nechá v klidu
- potom se měří vzdálenost tykadel, hodí se to do vařící vody (na 3 hodiny), necháme vychladnout na 20°C a znovu tykadla změříme

Zkouška pevnosti cementu - vyrobí se zkušební hranolky 40x40x160mm

- přesné dávkování vodu, cementu, písku
- nechají se ztvrdnout a uloží se na 28 dnů do vody
- Zkouška – pevnost v tahu za ohybu (položí se na 2 trámy a další položíme nahoru), tlačí se na to a čeká se, až to praskne
- Zkouška – pevnost v tlaku se zkouší na zlomku trámečku, ten se hodí do lisu (dotyková plocha 2500mm²), čekáme, až to praskne ($\sigma = \text{síla} / \text{plocha}$)

Je li potřeba, dělají se další zkoušky.

VODA - zajišťuje zpracovatelnost směsi a hydrataci

- Do betonové směsi dáme více vody, aby mohla proběhnout hydratace (na 1 kg cementu

1/4l vody)

- Voda se používá později i k ošetřování betonu = ošetřovací voda
- Při výrobě betonu se používá voda záměsová

Požadavky na vodu

- Ideální by byla voda destilovaná
- Používá se voda pitná
- Musí být čistá (průhledná)
- Má mít neutrální reakci (Ph 7)
- Více vadí voda kyselá než zásaditá
- Výrazná odchylka ukazuje na chemické znečištění
- Nesmí obsahovat sírany

Případy nevhodných vod

- Voda z rašeliniště
- Vody z bažin a slatin
- Odpadní vody, vody ze zemědělství
- Odpadní a minerální vody
- Nevhodné jsou vody hladové, s příměsí síry atd.

Orientační zkoušky

- Vezu čistou sklenici, naliju vodu a prohlédnu si jí proti světlu
- K vodě si čuchnu
- Změřím Ph
- Udělám zkoušku na přítomnost síranů (kápnu roztok BaCl, pokud obsahuje sírany, ukáže se bílá sraženina)
- Vodu dáme do lahve a intenzivně zatřeseeme, postavím, a pokud pěna nezmizí do 5s, jsou tam organické látky

Pokud jsou zkoušky na hraně, dělají se porovnávací zkoušky vody. Vyrobím beton ze zkoušené vody a potom z destilované. Zkušební tělesa nechám 28 dnů vyžrát a potom je rozmačkám. Rozdíl by měl být do 5%.

PŘÍSADY A PŘÍMĚSI - upravují vlastnosti betonu, jsou to prášky nebo roztoky. Dají se rozdělit do základních skupin.

Plastifikátory (ztekucovadla)

- Jsou to látky, které snižují tření mezi složkami betonu (je plastičtější, lépe se zpracovává)
- Do betonu pak nemusíme dát tolik vody (čím víc vody, tím horší beton, pevnost a trvanlivost ohrožená)
- Vodní součinitel W = voda v kg / cement v kg = množství vody na kg cementu
- Umožňuje zvýšit pevnost
- Jsou to složité chemické sloučeniny
- Superplastifikátory umožní snížit spotřebu vody o 25%

Urychlovače tuhnutí a tvrdnutí

- Urychlují hydrataci, některé jen tuhnutí
- Použití při betonáži v zimě
- Při urychlování stavby, anebo při rychlém odbednění
- Na nástřik betonu a sanaci
- Hydratace se spustí třeba do několika desítek sekund
- Dříve se používal chlorid vápenatý jako hl. složka, ale chlorid způsoboval korozi - nevhodné pro předsazené konstrukce
- Moc často se nepoužívá (např. v zimě radši ohřeju beton a s použitím urychlovače má beton nižší pevnost)

Zpomalovače tuhnutí a tvrdnutí

- Oddalují nebo zpomalují začátek hydratace
- Používají se cukry, škroby, dextriny a soli mědi
- Množství cukru (jedna desetina procenta cementu) - beton nikdy neztvrdne
- Používá se při delší přepravě betonu, zpracování betonu při vysokých teplotách, betonáž masivních kcí, pro lepší spojení starého a nového betonu

*Příklady s použitím cukru - použití vody z řeky pod cukrovarem, kamenivo bylo převáženo stejným vagonem jako cukrová třtina

Vodotěsné přísady

- Zlepšují vodotěsnost betonu

- Vodotěsnost musí být zajištěna vhodnou křivkou zrnitosti kameniva a nízkým vodním součinitelem
- Filler – zvýší podíl nepropustných částic
- Tras – vulkanická hornina (použitá na LBC přehradě jako omítka)
- Popílek – míchaný v cementu nebo zvlášť
- Bentonit – druh jílu (nejkvalitnější je z Kalifornie, používá se i na izolace, na pažení vrtů a na dotěsnění kcí

Provzdušňovací přísady

- Beton provzdušní
- Tvoří cca 5 – 6% objemu
- Malé bublinky o velikosti několik desetin milimetru, jsou uzavřené
- Musí být zcela rovnoměrně rozmístěny
- Účel – zvýšení mrazuvzdornosti
- **NEPLÉST S LEHKÝM BETONEM!**
- Nasáknutá voda se rozplyne do bublinek
- Složitá technologická příprava
- Používá se na silnice – zvýšená trvanlivost

Ostatní

- Např. stabilizace pro směs
- Směs nebude náchylná na rozmístění
- Přísady pro lepší čerpatelnost
- Mikrosilika – křemičitý úlet, který je upravený SiO₂ v amorfní podobě

– má malý zrna

– nahutní beton, umožňuje lepší navázání betonu na kamenivo

– dávka do 10% hmotnosti cementu

– umožňuje vyrábět vysokopevnostní betony

Betonárky si beton sami míchají (nepoužívají struskový cement, ale strusky si přidávají sami)

Existují přísady, které se používají k betonování pod vodou (beton se nemíchá s další vodou)

VLIV SLOŽEK NA VLASTNOSTI BETONOVÉ SMĚSI A VLASTNOSTI ZTVRDILÉHO BETONU

Vlivy na pevnost betonu

- vliv kameniva - jeho kvalita, křivka zrnitosti, čistota, hodný tvar...
- vliv cementu - kvalita, množství
- vliv vody - čistota a její složení, vliv jejího množství, vodní součinitel W
- vliv přísad - pozitivní vliv mají plastifikátory, mikrosilika, negativní jsou provzdušňovače
- vliv míchání
- vliv dopravy - beton by se na stavbu měl dopravit do 1h
- vliv zhutnění
- vliv teploty - kvůli hydrataci, + pevnější je beton ze zimy, + pokud beton zmrzne do hodiny (před začátkem tuhnutí), jakmile bude teplo, začne znovu hydratovat, + pokud beton zmrzne během tuhnutí, hydratace už nikdy neproběhne, + beton zmrzne během tvrdnutí, ztratí pevnost, + dobré je, když beton nezmrzne během prvních 3dnů, + při pevnosti 5MPa zmrznutí nevadí
- vliv času - pevnost betonu se vyvíjí s časem, + norma říká 28 dnů, ale pevnost se vyvíjí dál (do roka), + udává se i 90denní pevnost - úspory na dávkování cementu (míň a betony nejsou náchylné na trhlinky)

MNOŽSTVÍ A POMĚRY MÍSENÍ SLOŽEK

Množství kameniva

- potřebujeme dobrou křivku zrnitosti
- platí zásada, že hrubého kameniva má být víc než drobného poměru 1:2 nebo 2:3
- u vodostavebních betonů mix až 5 frakcí
- množství složek se udává na kubík hotového betonu v kci
- na kubík betonu potřebujeme 1,15 kubíků kameniva
- velikost kameniva musí projít výztuží
- kamenivo může být omezeno míchačkou

Množství cementu

- existují rovnice pro výpočty

- v betonu musí být nějaké minimální množství betonu kvůli odolnosti
- v prostém betonu je dávka cementu 200kg/kubík
- dobrý kcční beton má 300 - 350kg cementu/kubík
- ŽB má 250kg cementu/kubík
- Horní hranice dávkování cementu je 450kg/kubík
- Pokud při 450kg nedosáhneme potřebné pevnosti betonu, musíme použít jiný cement

Mísení složek

- 1:3 - 450kg/kubík hotového betonu
- Kamenivo dávkujeme objemově, cement váhově - je to lepší
- Všechno dávkování váhově (kromě vody)