BETON VYZTUŽENÝ ROZPTÝLENOU OCELOVOU VÝZTUŽÍ – DRÁTKY. ÚNOSNOST DRÁTKŮ V ZÁVISLOSTI NA JEJICH ORIENTACI.

Zpracovali: Dr. Ing. Petr Vítek (Metrostav a.s.), prof. Ing. Jan L. Vítek, CSc., FEng. (Metrostav a.s. a Fakulta stavební ČVUT v Praze)

Souhrn

Únosnost drátků se zjišťuje buď nepřímo, např. odvozením z ohybových testů na trámcích, nebo přímo pomocí pull-out testu, tedy testu vytahování jednotlivého drátku z betonu. Zatímco běžně se test realizuje za ideálních podmínek, kdy je drátek v betonu zakotven do poloviny délky a vytahován silou působící ve směru drátku, nyní byl zpracován soubor testů, který podrobněji vystihuje reálné podmínky působení. Kromě standardního testu drátků zabetonovaných do poloviny délky se testovaly drátky zakotvené do 1/4 délky a dále pak drátky uložené šikmo pod úhlem 45°.

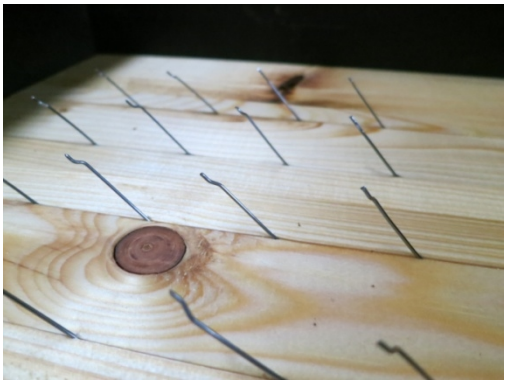
Oblast použití

Beton vyztužený rozptýlenou výztuží nachází stále častější uplatnění v oblasti konstrukcí dopravních staveb. Nedílnou potřebou pro navrhování je predikce odezvy na zatížení získaná formou numerického modelu. Uvedená experimentální činnost je podkladem pro sestavovaný numerický model, který je založen na analytickém přístupu, kde jsou materiálové komponenty (betonová matrice a výztuž) modelovány separátně. Beton vyztužený rozptýlenou výztuží nachází široké uplatnění ve stavebnictví, kde lze získané poznatky využít. Výzkum se soustřeďuje zejména na oblast vyztužení segmentů ostění tunelů budovaných technologií TBM.

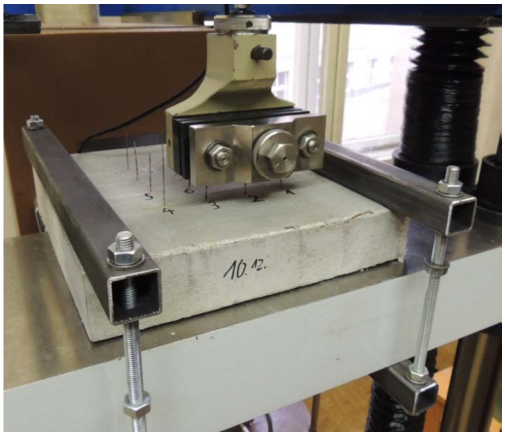
Metodika a postup řešení

V první fázi byla vyrobena zkušební tělesa tvaru desky. Do dolní bednicí plochy byly upevněny jednotlivé drátky v pravidelném rastru tak, aby ve stanovené délce (1/2 nebo 1/4) v daném úhlu (90° nebo 45°) byly následně uloženy v betonu. Celkem bylo vybetonováno 6 vzorků, při čemž 2 vzorky obsahovaly drátky zabetonované kolmo do poloviny délky, 2 vzorky drátky uložení kolmo do 1/4 a poslední 2 vzorky byly s drátky v úhlu 45° zakotvenými do poloviny délky. Každý vzorek obsahoval 16 drátků. Po zatvrdnutí betonu byly realizovány zkoušky únosnosti metodou řízené deformace, kdy jednotlivě každý drátek byl vytahován z betonu konstantní rychlostí deformace, přičemž byla měřena silová veličina - odpor drátku proti vytažení. Celkem bylo testováno 6 vzorků o 16 drátcích, získalo se tedy celkem 96 pracovních diagramů drátků. Beton třídy C45/55, drátky délky 60 mm, profilu 1 mm, nominální pevnosti 1500 MPa.

Současně s uvedeným byly realizovány doplňkové standardní testy tlakové pevnosti, modulu pružnosti a pracovních diagramů trámců namáhaných čtyřbodovým ohybem.



Obr. 1 Příprava vzorků (drátky v úhlu 45°).

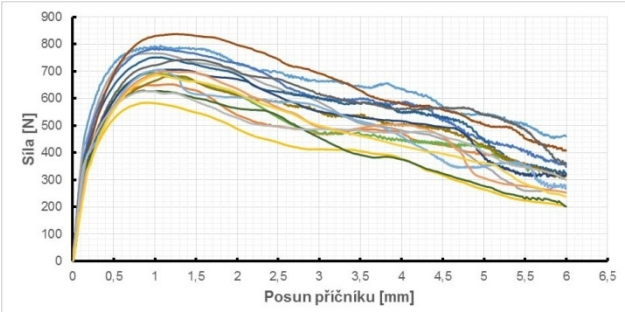


Obr. 2 Uspořádání zkoušky.

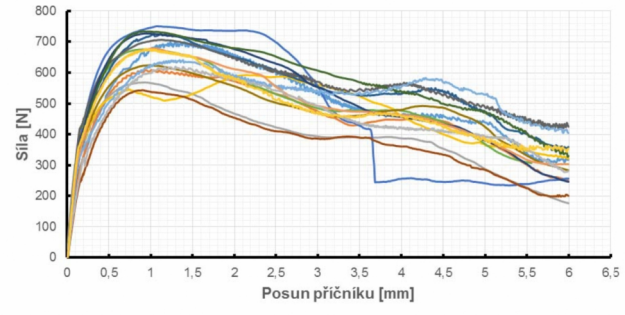
Výsledky

Výsledky jsou uspořádány do formy pracovních diagramů a jsou seřazeny přehledně podle typu zkoušky.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168

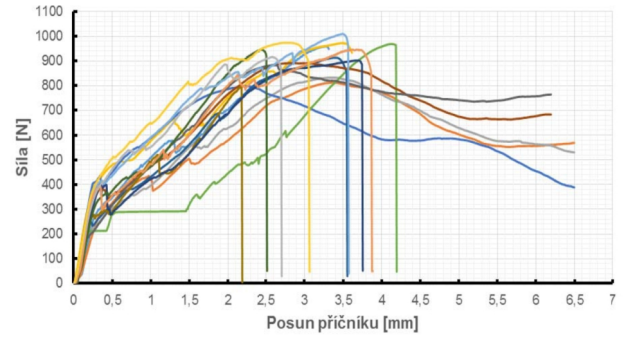


Obr. 3 Kolmé drátky zakotvené 1/2.



Obr. 4 Kolmé drátky zakotvené 1/4.

Pracovní diagramy kolmo zabetonovaných drátků na různou hloubku jsou tvarově podobné. Přestože je hloubka zakotvení výrazně rozdílná – 30 a 15 mm – je mezní tahová síla rozdílná jen málo. Zakotvení 30 mm – průměrná mezní síla 686 N, zakotvení 15 mm – průměrná mezní síla 650 N. Ve všech uvedených případech došlo k vytažení drátků. Z uvedeného vyplývá, že pro stanovení únosnosti drátků má vliv koncové úpravy rozhodující význam.



Obr. 5 Drátky skloněné 45° zakotvené 1/2.

Drátky zabetonované pod úhlem 45° dosahovaly vyšší únosnosti – průměrná mezní síla 905 N. V řadě případů (cca 50%) došlo k přetržení drátků (náhlý pokles únosnosti na pracovním diagramu – Obr. 5). Nominální únosnost drátků má být 1500 MPa, a tomu odpovídá tahová únosnost cca 1180 N. Průměrné tahové síle 900 N odpovídá pevnost jen cca 1150 MPa. Lze předpokládat, že při vytahování drátků dochází rovněž k ohybu – kombinace tahu a ohybu, ale s ohledem na malý průměr drátku a značnou tažnost materiálu rozhoduje namáhání tahem. Z uvedeného lze usuzovat, že by bylo dále vhodné zkontrolovat, zda pevnost drátků odpovídá deklarované hodnotě a ověřit tak předpokládanou hypotézu.

Patrná je menší tuhost skloněného drátku, kdy jeho únosnost odpovídající mezní únosnosti kolmého drátku je dosažena při cca 2x větší deformaci. Rovněž i rozptyl jednotlivých křivek je větší, zřejmě závisí na velikosti zrn při povrchu betonu v okolí testovaného drátku.

Tento druh experimentu je zcela unikátní, jelikož velká většina pull-out testů se zkouší pouze ve směru drátků. Výsledky znamenají posun v přístupu k problematice, neboť se většinou zavádí předpoklad úbytku únosnosti s odklonem drátku až do nulové hodnoty pro drátek rovnoběžný s povrchem. Experimenty však ukazují, pro některé hodnoty odklonů drátků je únosnost naopak vyšší, a že závislost na odklonu drátku je poněkud složitější.

Závěr

Sadou pull-out experimentů byly prokázány následující závěry:

- Mezní únosnost drátku je jen málo závislá na hloubce uložení, závislost únosnosti není lineární na délce uložení. Zřejmý je vliv koncové úpravy drátku.
- Mezní únosnost odkloněných drátků je vyšší oproti drátkům kolmým.
- Skloněné drátky vykazují nižší tuhost oproti drátkům kolmým.

V následujícím období budou výsledky zapracovány do numerického modelu. Uvedené experimenty byly doplněny o standardní testy, se kterými je možné výsledky numerického modelu porovnat.

Literatura

[1] Vítek, J.L., Smiřinský, S., Veselý, P., Koísko, J.: Fibre distribution and efficiency in SFRC. Fibre Concrete, 2015, CTU in Prague, Sept. 2015.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168