

K POTENCIÁLU SLOŽENÝCH VLÁKNOCEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ NA BÁZI PVA VLÁKEN A PLOŠNÉ UHLÍKOVÉ VÝZTUŽE

R. Čechmánek¹, J. Junek¹, J. Knězek¹, V. Prachař¹, L. Sedláková²

Abstrakt:

Vlastnosti jemnozrnného cementového kompozitu s disperzní PVA-vláknovou výztuží. Poznatky o přínosech plošné uhlíkové výztuže pro zlepšení únosnosti jemnozrnného cementového kompozitu s disperzní PVA-vláknovou výztuží. Experimentální vyhodnocení efektivní únosnosti volně zabudované plošné uhlíkové výztuže. Význam fixace polohy plošných výztuží. Výsledky hodnocení složených vláknocementových kompozitů na bázi PVA vláken a plošné uhlíkové výztuže v parametru únosnosti za ohybu.

Úvod

Nedávné zvýšení výroby polyvinylalkoholových (PVA) vláken pro stavební aplikace, známých pod obchodním názvem Kuralon, otevírá hypoteticky i možnosti jejich uplatnění v ČR. (Zatím je málo informací o parametrech produkce PVA vláken v Číně a o možnostech jejich dodávek). Technicky vytříbené oblasti využívání PVA vláken v Japonsku a USA se odráží v poslední době v přednostní produkci/nabídce vláken Kuralon v provedení REC 15, Jejich základní vlastnosti spolu se širšími údaji o trvanlivosti cementových kompozitů vyztužených PVA vlákny [1] jsou charakterizovány údaji v tabulce 1 a na obr. 1. a 2.

¹R. Čechmánek, Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s., cechmanek@vustah.cz

¹J. Junek, Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s., junek@vustah.cz

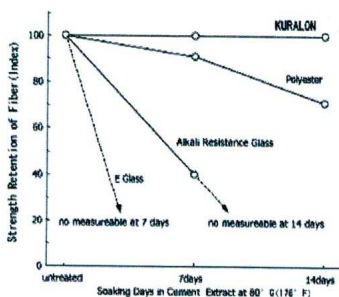
¹J. Knězek, Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s., knezek@vustah.cz

¹V. Prachař, Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s., prachar@vustah.cz

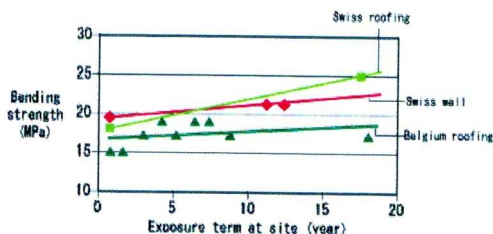
²L. Sedláková, DAKO Brno, sedlakova@dakobrn.com

Tab. 1: Základní vlastnosti vláken Kuralon REC 15

Volitelná délka vláken	6, 8 a 12 mm
Tloušťka vlákna	40 μm
Hustota vláken	1300 kgm ⁻³
Pevnost v tahu	1600 MPa
Mezní protažení	0,07
Modul pružnosti	40 GPa



Obr. 1: Srovnání výsledků urychlených zkoušek trvanlivosti různých typů vláken



Obr. 2 Vývoj pevnosti za ohybu cementových kompozitů vyztužených PVA vlákny dlouhodobě uložených na povětrnosti.

Homogenizace výrobní cementové směsi s PVA vlákny má probíhat v následujícím pořadí: 30 sekund míchání cementu s pískem, po přidání vody, superplastifikátorů a odpeňovače má následovat 2 minutové míchání, pak odstupňované dávkování vláken s následným mícháním směsi po dobu 3 minut a více.

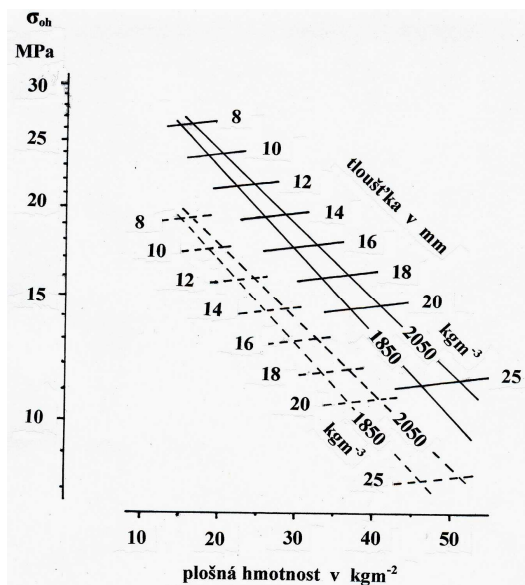
PVA vlákna jako disperzní výztuž jemnozrnných vláknobetonů otevírají cestu pro jejich užití na stavební prvky a konstrukce s dlouhodobou funkční způsobilostí na povětrnosti.

Informativní zkouška pevnosti za ohybu

Experimentálně byl ověřován přínos vláken Kuralon REC 15 délky 8 mm jako disperzní vláknové výztuže v jemnozrnném vláknobetonu:

K základním složkám (CEM I 52,5 + křemičitý písek + mikrosilika) kompozitu bylo dávkováno 3% hmotn. vláken Kuralon REC 15 (8 mm). Technologií odlévání byly vyrobeny kontrolní desky o tloušťkách cca 10 a 20 mm, z nichž byla po dosažení stáří 28 dnů zhotovena zkušební tělesa o rozměrech 50 x 250 mm. Na těchto byly stanoveny základní fyzikální vlastnosti a pevnost za ohybu (s využitím ustanovení ČSN EN 1170-4).

Analýza získaných údajů umožnila formulovat v informativní úrovni vzájemné souvislosti střední hodnoty pevnosti za ohybu s plošnou hmotností, objemovou hmotností a tloušťkou – kdy úroveň posledně 2 uvedených je ovlivňována jak charakterem odlévané výrobní směsi, tak způsobem jejího rozprostírání ve formě. Výsledek analýzy je ukázán na obr.3. (plnou linii) spolu s předběžným odhadem úrovně charakteristických hodnot pevnosti za ohybu (čárkovaně). Charakteristické hodnoty byly vyhodnoceny [2] na hladině spolehlivosti 0,75 jako 5%-ní kvantit s pravděpodobností 95% (podle ISO 12491 při neznámé úrovni σ).



Obr. 3: Informativní charakteristika vzájemné souvislosti střední hodnoty pevnosti za ohybu s plošnou hmotností, objemové hmotnosti a tloušťky:

Výsledek informativní zkoušky naznačuje významný vliv nízké úrovně modulu pružnosti PVA vláken. Při formování větších tloušťek kontrolních desek se projevuje tendence nárůstu vlivu nahodilé úrovně orientace vláken a

pravděpodobně i výrazný vliv jejich obecně větší zakřivenosti na výslednou souhrnnou úroveň pevnosti za ohybu. Vliv úrovně zakotvení vláken ve

výsledné matrici (v rozpětí daných objemových hmotností kompozitu) na úroveň pevnosti za ohybu je poměrně malý.

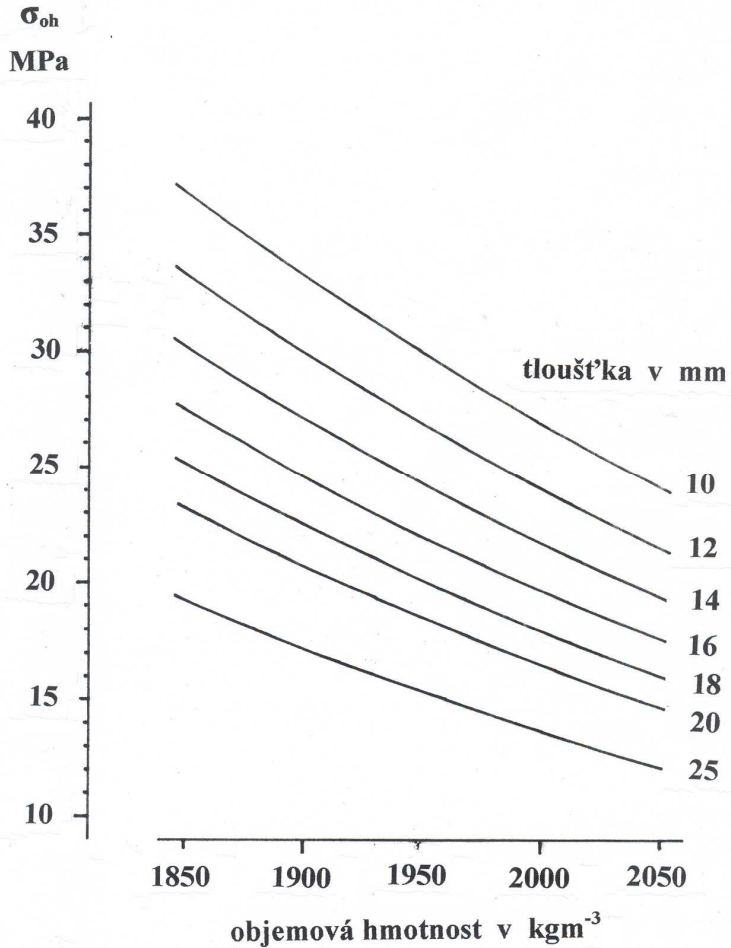
Jemnozrný vláknocementový kompozit s nekovovou plošnou vláknovou výztuží.

Příznivá úroveň pevnosti za ohybu cementového kompozitu disperzně vyztuženého PVA vláknou typu Kuralon REC 15 (8 mm) při jeho malých tloušťkách (cca 8 až 14 mm) však může vyžadovat při náročnějších aplikacích určité posílení.

Experimentálně byl zjišťován přínos uhlíkové tkaniny (plátěná vazba, 160gm⁻², prameny tex 200, 400 pramenů na metr) situované v tažené oblasti profilu za ohybu, při jejím krytí 2,5 mm. Uhlíková tkanina byla při zhotovení volně vkládána. Tloušťka krycí vrstvy uhlíkové tkaniny byla zjišťována v místě lomu po zkoušce pevnosti za ohybu. Statistické rozložení zjištěných hodnoty krytí plošné výztuže (K) vykazovalo vysokou hodnotu záporné šikmosti. Ze souboru 64 údajů bylo možno vyhodnotit, že 0,5 % případů odpovídá krytí v úrovni $K = 0,0$ mm v 95% případů není překročena úroveň $K = 3,0$ mm. Spolehlivé zabudování uhlíkové tkaniny v projektované poloze tedy vyžaduje přídatné opatření (předpětí, přídatné plošné kotvení). Naproti tomu zjištěný velký rozptyl krytí uhlíkové tkaniny umožnil vyhodnotit některé další jevy. Patří k nim poznatek, že nerovnoměrná poloha tkaniny (velké místní zvlnění, posuny v tloušťce výsledné desky) značně znehodnocuje její výztužný potenciál. V souvislosti s místně kolísající objemovou hmotností výsledného kompozitu nastává situace, kdy při podstatně místně nižší objemové hmotnosti pravděpodobně dochází při porušení matrice k redistribuci namáhání po ploše tkaniny a její potenciál únosnosti se využívá v podstatně větším rozsahu. Pevnost za ohybu a související fyzikální vlastnosti byly stanoveny po dosažení stáří 28 dnů. Formálně bylo provedeno (i při malé počtu vstupních údajů) informativní vyhodnocení únosnosti uhlíkové tkaniny ($S - Nmm^{-1}$) v PVA-cementové matrici s objemovou hmotností ($\rho_s - kgm^{-3}$) v rozsahu cca (1850 – 2050) kgm^{-3} ve formě vztahu (1):

$$S = 7934 e^{-0,002407 \rho_s} \quad (1)$$

Za uvedených okolností lze i při omezeném rozsahu experimentů vyčíslit pravděpodobný odhad přínosu uvedené uhlíkové tkaniny pro globální pevnost za ohybu takto zesíleného PVA- cementového kompozitu, třebaže jen v úrovni středních hodnot. Výsledky provedených výpočtů pro tloušťku krytí uhlíkové tkaniny $K = 2,5$ mm jsou ukázány na obr. 4.



Obr.4: Odhad globální pevnosit za ohybu jemnozrnného cementového kompozitu s disperzními vlákny Kuralon REC 15 (8mm) a přidavnou plošnou výztuží uhlíkovou tkaninou (160 gm²), při jejím krytí 2,5 mm

Závěr

Realizované experimenty umožňují předběžně konstatovat, že při obvyklé objemové hmotnosti jemnozrnných cementových kompozitů lze dosáhnout v případě disperzní výztuže Kuralon REC 15 délky 8 mm a přídavné orientované výztuže z uhlíkových vláken významných přínosů pro vlastnosti výsledného složený kompozit, především v parametrech charakterizujících jeho únosnost při namáhání za ohybu.

Realizované experimenty umožňují předběžně odhadnout- při střední hodnotě objemové hmotnosti jemnozrnného cementového kompozitu 1950 kgm^{-3} s disperzní vláknovou výztuží Kuralon R 15 (8mm) - při tloušťce kompozitu 14 mm úroveň střední hodnoty pevnosti za ohybu cca 19,5 MPa. Lze očekávat, že stejný kompozit s uvedenou přídavnou volně vkládanou uhlíkovou tkaninou bude vykazovat za stejných podmínek střední hodnotu pevnosti za ohybu v oblasti cca 24 MPa.

Další přínosy v parametrech únosnosti daného kompozitu lze očekávat v případech, kdy by bylo možno zabezpečit se zárukou polohu přídavné plošné výztuže při výrobě kompozitních prvků a konstrukcí.

Tento příspěvek vznikl za podpory MŠMT – projektu reg.č. 1M06005 - CIVAK.

Literatura:

- [1] <http://www.kuraray.de>
- [2] ISO 12491:1997 Statistical Methods for duality kontrol of building materials and components