



SP AŽENÉ KONSTRUKCE Z FRP A VYSOKOHODNOTNÉHO BETONU

Zpracovali: Ing. Ludvík Kolpaský, doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D., (Fakulta stavební VUT v Praze)

Souhrn

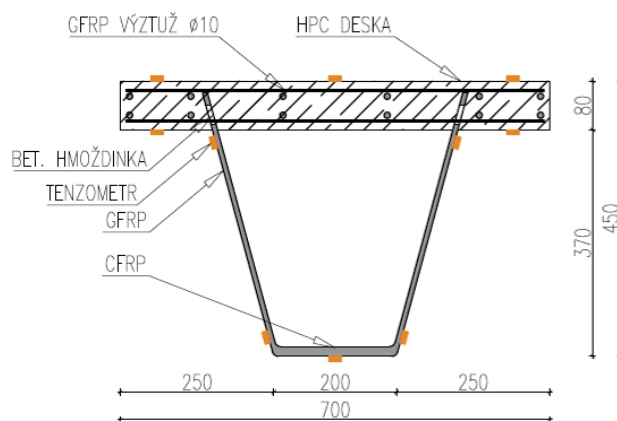
Mosty jsou důležitou součástí infrastruktury a zajišťují plynulý pohyb osob a zboží. Ve srovnání s budovami jsou mosty stavbami s dlouhou návrhovou životností alespoň 100 let. Mnoho mostů trpí nedostatečnou údržbou, což vede k zastávám během životního cyklu stavby než je nutné. Některé se stávají neopravitelnými, musí být odstraněny a nahrazeny novými. Z tohoto důvodu je poptávka po konstrukcích, které vydrží návrhovou životnost stavby bez výrazných nákladů na jejich údržbu a jejich opravy. Nahrazení ocelových částí konstrukce materiálem s vyšší odolností nevyžadujícím údržbu, například FRP, může tyto náklady omezit. FRP (fiber reinforced polymer - vlákna vyztužený polymer) je materiál o vysoké pevnosti srovnatelné s ocelí, zatímco objemová hmotnost FRP se pohybuje v rozsahu 20-30% hmotnosti oceli podle typu použitého polymeru a vláken. To předurčuje tento materiál pro široké použití, obzvláště při rekonstrukcích a zesilování konstrukcí. Díky vysoké trvanlivosti a nízkým provozním nákladům může FRP konkurovat oceli i u nových staveb. Nevýhodou FRP je nízký modul pružnosti. Projekt se zabývá spážením FRP s HPC betonem. Kombinace těchto moderních materiálů by měla chybějící tuhost zajistit. Spážení přinese i výhody, které známe z ocelobetonových konstrukcí, jako jsou například zvýšená únosnost, požární odolnost, zajištění stability tlakové části průřezu a v neposlední řadě také duktilitu, která je obzvláště důležitá pro nosník z FRP.

Oblast použití

Navržený kompozitní nosník nevyžaduje údržbu během životnosti konstrukce a dodatečné náklady například na obnovení antikorozního nátěru i zesilování konstrukce potěbně v důsledku úbytku materiálu korozí. Z tohoto důvodu je nosník také obzvláště vhodný do agresivního prostředí na našich komunikacích. Jako prvotní aplikace nosníku se předpokládá most o rozpětí 10-15 m například lávka pro pěší.

Metodika a postup řešení

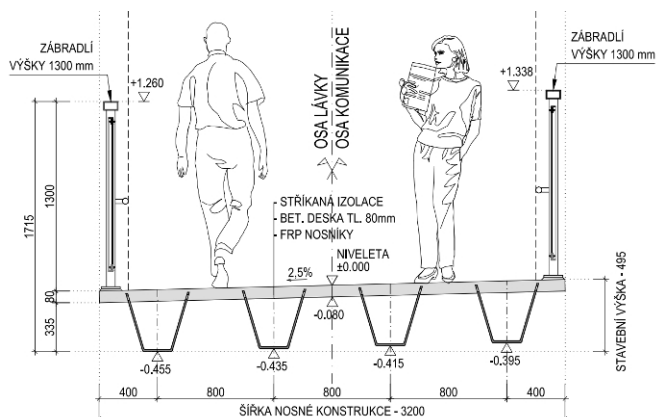
Postup řešení je rozdělen na několik dílčích kroků. V předchozích letech byla provedena studie spážení FRP nosníku s betonem. Byl vybrán způsob spážení pomocí perforace stojiny, který se jeví jako dostatečně únosné řešení pro tuto rozpětí. Byly provedeny zkoušky těchto vzorků s ručně vyráběnými FRP deskami tloušťky 12 mm. Použití nosníku bylo teoreticky ověřeno pro lávku o rozpětí 10 m na deskostavě novém modelu v programu Scia Engineer. Bylo uvažováno se zatížením vlastní tíhou konstrukce, ostatním stálým zatížením, zatížením chodce 5 kN/m² a zatížením obslužným vozidlem (soustava dvojnáprav 80 a 40 kN), které bylo umístěno do nejnepříznivější polohy na mostě. Byl zvolen FRP nosník korýtkového průřezu vyztužený skelnými vlákny a uhlíkovými vlákny v oblasti dolní pásnice nosníku.



Obr. 1 Příklad navrhovaného kompozitního nosníku

Lávka se skládá ze čtyř korýtkových nosníků spážených s betonovou deskou o tloušťce 80 mm z HPC betonu třídy C70/85 vyztuženou kompozitní výztuží při obou površích. Kvalita betonu byla zvolena s ohledem na eliminaci vzniku a šíření trhlin v betonové desce, které jsou důležitým parametrem pro trvanlivost konstrukce. O návrhu rozhodovaly především deformace, které určily množství uhlíkové tkaniny v dolních pásnicích. Nosníky jsou v podporové oblasti spojeny betonovými koncovými přímkami. Předpokládá se betonáž lávky v inverzní

poloze a následné uložení prefabrikovaného mostu pomocí je áb na spodní stavbu. Pro ov ení únosnosti nosníku pro lávku o rozp tí 10 m se v druhé etap experiment provede zkouška samotného sp aženého nosníku.

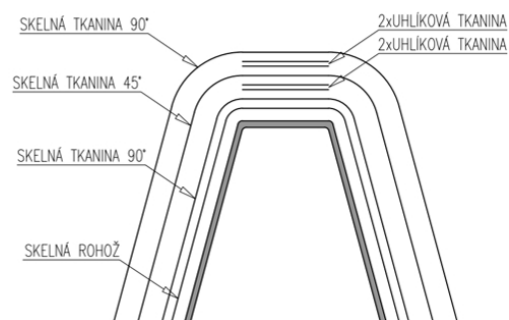


Obr. 2 P í ný ez navržené lávky s kompozitními nosníky

Celková výška nosníku je 450 mm, skládá se z korýtkového nosníku a betonové desky tlouš ky 80 mm s kompozitní skelnou výztuží o pr m ru 10 mm. Korýtkový nosník je vyztužen skelnými vlákny, která jsou dopln na uhlíkovou jednosm rnou tkaninou v dolních vláknech. Pro výrobu byla použita polyesterová prysky ice o pevnosti 35 MPa a modulu pružnosti 2,2 GPa. Tlouš ka spodní pásnice je 20 mm a tlouš ka st n 8 mm.

Výsledky

Pro zkoušku v ohybu byl vyroben kompozitní nosník metodou ru ní laminace. Nosník byl laminován v obrácené poloze na form z d evovláknitých desek. Krajiní povrchy byly vyztuženy skelnou rohoží, které zabra uje pronikání UV zá ení k vlákna m v jádru pr ezu a chrání tak nosná vlákna proti degradaci. V dalších vrstvách jsou již použita nosná vlákna – dvojice jednosm rných skelných tkanin, která mají vlákna v p í ném a podélném sm ru nosníku. Pro zvýšení smykové únosnosti nosníku byly použity skelné tkaniny s úhlem vláken 45 °. Ve spodních vláknech pr ezu byla umíst na dvojice jednosm rných uhlíkových tkanin. Mezi jednotlivými tkaninami byla aplikována prysky ice.



Obr. 3 Schéma použitých vláken

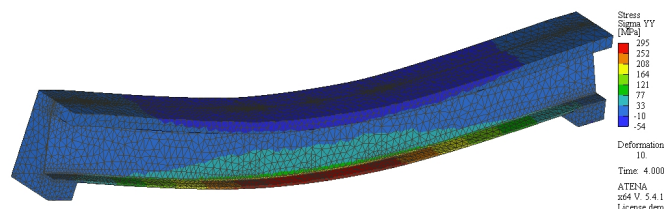
Tab. 1: P ehled použitých vláken pro výrobu kompozitního nosníku

Materiál	Typ	Hmotnost	Orientace vláken	Pevnost
[-]	[-]	[g/m ²]	[-]	[MPa]
uhlíková	tkanina	400	jednosm rná	3860
skelná	tkanina	600	biaxiální +/-45°	1200
skelná	tkanina	400	biaxiální +/-90°	1200
skelná	rohož	600	všesm rná	1200



Obr. 4 FRP nosník vyrobený metodou ru ní laminace

V sou asné dob probíhá tvorba a zp es ování materiálového modelu, na základ kterého budou up esn ny parametry sp ažení a vyztužení desky. V další fázi výzkumu bude provedena samotná ohybová zkouška kompozitního nosníku



Obr. 5 Materiálový model kompozitního nosníku

Záv r

Pro konstrukce z FRP s nízkým modulem pružnosti je pro návrh v tšinou limitující mezní stav použitelnosti. Sp ažením FRP nosníku s betonovou deskou lze tuhost nosníku zvýšit. První etapa experiment prokázala dostate nou únosnost sp ažení. Prvkem limitujícím únosnost sp ažení se ukázala smyková pevnost FRP desky, proto byla p i výrob nosníku použita tkanina s vlákny pod úhlem 45°. Pro návrh konstrukce z FRP jsou kv li nízkému modulu pružnosti rozhodující deformace. Poddajné sp ažení by p isp lo k nár stu pr hyb , proto bude v další etap experiment použita stojina s opískovaným povrchem, která m že p isp t ke zvýšení po áte ní tuhosti.