

Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Ludvík Kolpaský

Název disertační práce Mostní nosník z vlákniny vyztuženého polymeru (FRP) a vysokohodnotného betonu (HPC)

Studijní program Stavební inženýrství

Skolitel doc. Ing. Pavel Ryjáček Ph.D.

Oponent Ing. Pavel Simon Ph.D.

e-mail info@pavel-simon.cz

Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Disertační práce se věnuje spřažení dvou soudobým progresivním materiálům kterými jsou HPC a FRP se zaměřením na provedení jejich spolupůsobení a návrh smykového spojení. Navržené smykové spojení perforovanou lištou z FRP materiálu, který je nedílnou součástí FRP profilu prověřuje experimenty a teoretickými/ numerickými výpočtovými přístupy. Využitelnost tématu práce je omezena nákladností výroby FRP nosníků a omezeným množstvím reálných aplikací. Bohužel se nepodařilo předkladateli pro projekt zajistit vhodný profil vyrobený pultruzí, který se svými mechanicko- fyzikálními vlastnostmi liší od ruční laminace. Při ruční laminaci není jednoduché zajistit a ověřit dostatečnou kvalitu v celém profilu a garantovat jakost výroby.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Splnění cílů disertační práce

komentář: Cílem práce bylo vyvinout nový typ kompozitního nosníku pro mostní konstrukce. Navržený nosník je složen z korytkového průřezu z vlákniny vyztuženého polymeru (FRP) a betonové desky z vysokohodnotného betonu (HPC). Spřažení betonové desky je zajištěno pomocí perforované lišty, která je součástí FRP průřezu. Tohoto cíle bylo dosaženo.

Na základě tří protlačovacích zkoušek a jedné ohybové zkoušky v měřítku 1:1 byly validovány numerické MKP modely. Byl ověřen materiálový model betonu s rozetřenou výztuží jako velmi vhodný náhradní model laminátu na bázi plastů, který nesimuluje jednotlivá vlákna ale vlastnosti kompozitního celku - matrice+ výztuže.

V rámci práce byl vyvinut kompozitní nosník vhodný pro lávku pro pěší do rozpětí 12m. Jako nadprůměrné a pro praxi cenné vidím ověření využití nelineárního materiálového modelu, pro profily vyrobené ruční laminací.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Metody a postupy řešení

komentář: Předložená disertační práce je založena na kombinaci experimentů a numerických modelů na bázi MKP, tak jak bývá u prací tohoto typu obvyklé. Zajímavá je již rešeršní část, zabývající se vývojem spojení betonu s FRP a výzkumů provedených v tomto směru ve světě. Tři experimentální protlačovací zkoušky jsou dobře provedeny a instrumentovány snímači. Numerická modelace jejich průběhu je velmi dobře navržena, fázování změn účinků třecího/ smykového spojení a spojení pomocí betonových hmoždíků v závislosti na zatěžovací síle dává nahlédnout do fází účinnosti spůsobení. Hodnotu numerická analýza získala shodným módem porušení

s experimentem, který je jasně doložen srovnáním fotografií výsledků experimentů a výpočetních modelů.

Výsek konstrukce lávky na rozpětí 3630 mm byl vyroben pro model vhodnou technologií. Tento model výroby kompozitního nosníku ruční laminací a betonáže v obrácené poloze je vhodný pro konstrukce v rozsahu experimentu. Pro reálnou konstrukci vidím v limitách obou těchto technologií velké omezení, nicméně zvolený způsob výroby neovlivnil negativně vlastnosti spoje ani celku.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: Disertační práce byla provedena za spoluúčasti týmu, který se podílí na zpracování dvou VaV projektů. Předpokládám, že tým spolupracovníků se podílel na realizaci výroby a provedení experimentů a disertant sám zpracoval textové a výpočtové části práce. Za přínosné považuji validaci výpočetních modelů na základě provedených experimentů a kvalitu provedené experimentální práce včetně vlastní výroby nosníků.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Disertační práce se nezabývá cenovou analýzou a srovnáním navrženého typu řešení s konvenčními přístupy. Zabývá se technickým řešením, které bylo ověřeno vhodně a pro disertační práci dostatečně. Není chybou disertanta, že přímá uplatnitelnost výstupů v reálné praxi je v současné době velmi omezena. Omezení vzniká zejména tím, že nexestituje na trhu poptávka po takovém řešení v dostatečné kvantitě, aby byl samotný FRP profil ekonomicky uplatnitelný. Ekonomická výhodnost je limitována nejen cenou vstupů, ale i minimální dávkou vyrobeného množství přesahující 500m až 2 km, dle typu profilu. Kombinace GFRP a CFRP u velkých profilů vyrobených pultruzí také není dostatečně praxí prověřena a také není snadné dosáhnout vybalancovaných vlastností ve směrech X aY v místě perforované lišty.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Formální úprava disertační práce je na odpovídající úrovni, jazyková úroveň také odpovídá odborné technické terminologii používané v oboru. Některé formulace by mohly být lépe vysvětleny, například ty které se týkají zatřídění typu poškození při tahovém testu, stanovení parametrů modelu pro program ATENA, nebo uvedení měřicího protokolu imperfekcí po laminaci.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Připomínky

Doporučoval bych, jako vývojový pracovník společnosti vyvíjející a vyrábějící GFRP profily, aby se další práce zaměřily na vhodnost použití materiálového modelu s rozetřenou výztuží pro různé typy pultruzně vyráběných kombinací materiálů. V nich jsou totiž kombinovány, kromě zde použitých tkaných rohoží, rovingy a neuspořádané netkané rohože. Domnívám se, že ruční laminace pro profily konstantního průřezu není vhodným soudobým výrobním postupem.

Závěrečné zhodnocení disertace

Disertační práce prokázala schopnost disertanta technický problém analyzovat, zpracovat a zobecnit při využití vhodných experimentů a numerických analýz. Při experimentech použil vhodnou instrumentaci testů, dokázal na základě výsledků svoji schopnost validovat výpočetní modely tak, aby věrně vystihly módy porušení i průběhy zatěžování.

Téma a cíle disetační práce dokázal naplnit i přes to, že nemohl využít komerčně vyráběného profilu z GFRP či CFRP, ale musel jej nahradit vlastní ruční laminací.

Práce je z odborného hlediska cenná nejen pro odborné laiky, kteří se zatím s návrhem spřažené konstrukce na bázi FRP + betonu nesetkali, ale zejména pro nalezení a ověření výpočetních modelů pro numerickou analýzu. Zdá se, že materiálový model betonu s rozetřenou výztuží může být použitelný jako rychlejší a efektivnější náhrada složitých časově i SW náročných laminačních modelů a teorií.

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D. ano ne

Datum: 20.9.2021

Podpis oponenta: 