

Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Radek Píchal

Název disertační práce Stabilita a únosnost vzpínadlových tlačených prutů z nerezové oceli

Studijní program Stavební inženýrství / Konstrukce a dopravní stavby

Školitel Prof.Ing. Josef Macháček, DrSc

Oponent Doc.Ing. Ladislav Votlučka, CSc

e-mail votlucka@konstat.cz

Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Téma práce je velmi aktuální, protože architektonické využití tohoto typu štíhlých konstrukcí roste. Přitom nejsou k dispozici dostatečné znalosti o statickém působení těchto konstrukcí a doporučení pro jejich navrhování.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Splnění cílů disertační práce

komentář: Vytčené cíle disertační práce uchazeč splnil.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Metody a postupy řešení

komentář: Uchazeč se zabýval analytickým řešením a studii numerických modelů působení zkoumaných konstrukcí. K ověření těchto postupů využil i již dříve jiným autorem provedené, ale nevyhodnocené experimenty, které doplnil potřebnými vlastními materiálovými zkouškami.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: Jako přínosy disertace lze uvést využití experimentů pro validaci numerických postupů, zásadní zhodocení vlivu materiálové nelinearity nerezových ocelí, vlivu kluzného uložení táhel, vlivu tvaru a velikosti imperfekcí na statické působení vzpínadel a také řešení vzpínadel se dvěma vzpínacími kříži.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Práce přináší metodiku a nazačuje směry pro další výzkum složitého působení zkoumaného typu konstrukcí.

Pro formulaci doporučení pro praktické navrhování je potřeba provést a vyhodnotit další studie.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Formálně má práce dostatečnou úroveň, je logicky a přehledně členěna. Některé výsledky by bylo možno názorněji prezentovat. Jazykově je vyhovující, několik málo překlepů její úroveň nesnižuje.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Připomínky

1) Obecně:

- V práci věnované stabilitním problémům by mělo být důsledně rozlišováno mezi pojmy "kritické zatížení" a "únosnost". Autor na mnoha místech užívá tyto pojmy nesprávně, ač třeba na str.79 i jinde na to upozorňuje. V některých případech, např. str.34 a 45, je to velmi zmatečné. Totéž platí o užívání pojmu "vybočení", viz např. opět str.34.

- Bylo při řešení imperfektních prutů sledováno také namáhání prutů ramen vzpínadla? Nemůže být v některých případech toto namáhání rozhodující?

2) Kapitola 2.5:

- Na str.33 je uvedeno, že při experimentech byla nerovnoměrným předpětím lanek zmenšena počáteční deformace prutu. Z porovnání prutů 3 a 4 v Tab.4 na str.34 to ale vypadá opačně.

- Neznamená ale nerovnoměrné předpětí principiální změnu charakteru problému? Jednak je hlavní prut od začátku namáhán ohybovým momentem, jednak působí táhla na jedné straně jinak než na druhé straně.

3) Kapitola 4:

- Str.41: Uvádí se, že při tahových zkouškách bylo požadováno pouze stanovení pružné části pracovního diagramu. Je to pro nerezovou ocel opravdu tak (viz mapř. poslední věta na str.45)?

- Str.45: Není mez kluzu v grafu nadsazená vzhledem k číslům v Tab.6?

4) Kapitola 5.1:

- Str.48 a 49: Má prvek LINK180 nulovou ohybovou tuhost? Je to tedy jakýsi "lanový" prvek?

- Pro táhla z lanek byl použit stejný pracovní diagram jako pro tyčové prvky. Byl by patrný nějaký rozdíl při užití lanového pracovního diagramu?

- Str.48: Proč je tuhé spojení hlavního prutu a ramen vzpínadla složitě modelováno a ještě s nepříjemným důsledkem nemožnosti zadání rovného prutu (nulové imperfekce)? To nestačí modelovat tuhé spojení ohybově tuhých prvků tuhým styčником?

- Str.55: Obecnou otázkou platnou i pro jiné typy konstrukcí je, zda při aplikaci imperfekce dle EN v prostoru mají být dílčí x a y imperfekce v normové velikosti, nebo má mít tuto velikost prostorová imperfekce. Vzhledem k výsledkům to ale zřejmě není pro zkoumaný typ konstrukcí podstatné.

- Str.56: Vnáší se předpětí do modelu po nebo před zadáním imperfekcí? První a poslední věta části 5.1.5.1 si odporují.

5) Kapitola 5.2:

- Validace numerického modelu prokázala, že při nastavení deformace a předpětí modelu podle zkoušených prutů lze dosáhnout dobré shody výpočtu s experimentálními výsledky. Bylo by ovšem zajímavé ukázat také jaká je shoda experimentů s "konvenčním" nastavením modelu, které je jedině možné při praktickém navrhování.

6) Kapitola 6

- Provedené výpočty nekorespondují úplně se vztahy uvedenými v popisu studie [14] na str.16, ale jsou zde využity i vztahy z jiné studie [10] ze str.12 a 13.

- Proč je zde uveden výpočet programem Scia, když neumožňuje uvažovat předpětí v táhlech a jeho výsledek není dále využíván?

7) Kapitola 7

- Str.71: Proč nelze použít řešení pomocí LBA, když to jiné programy umožňují?

- Str.71: Proč mají řešení ve 2D menší vypovídací hodnotu? V závěru na str.105 se naopak uvádí, že řešení ve 3D se prakticky neliší od řešení ve 2D.

- Nikde v této i další kapitole není uvedena velmi zásadní definice (kriterium) únosnosti imperfektního prutu!

8) Kapitola 7.1

- Je škoda, že pro tento "základní" materiálově lineární model nebyla řešena alternativa s kluzným uložením táhel.

- Zajímavý by byl také graf závislosti zatížení a deformace (třeba při předpětí odpovídajícímu dosažení max.N) u imperfektních prutů.

9) Kapitola 7.2

- V této části byla řešena i únosnost kvaziperfektních prutů v oblasti malých předpětí. Proč toto nebylo řešeno i v kapitole 7.1?

10) Kapitola 7.3

- Prezentace výsledků porovnání provedených studií je bohužel málo názorná a někde i zmatečná.

- Str.86: V zásadní tabulce Tab.7 jsou chybně uvedeny hodnoty únosností imperfektních prutů řešených GNIA. V 5. řádce tabulky jsou hodnoty, které neodpovídají grafům z Obr.7.1 a 7.2.

- Přehlednosti porovnání výsledků by velmi prospěly grafy porovnávající symetrické a antisymetrické řešení zvláště pro kritické zatížení a pro únosnost v částech 7.1 a 7.2 a potom grafy znázorňující stejné křivky pro GNIA a oba způsoby uložení dle GMNIA.

11) Kapitola 8

- Lze opakovat připomínku ke kap. 6 o užití programu Scia.

12) Kapitola 8.1

- Str.93: Uvádí se, že bylo použito řešení kde táhla jsou uvažována s tlakem. Je to možné?

- Str.94: Jak si vysvětlit "důležitou poznámku" . Má vůbec analytické řešení nějaký smysl?

13) Kapitola 8.2

- Str.97: Znamená dodatečná stabilizace numerického řešení prakticky umělé držení konstrukce přes první dva kritické stavy? Má tato stabilizace nějaký význam pro další zkoumání? Na str.99 se potom uvádí, že stabilizace byla použita jen pro ověření výsledků programu Scia. Ale hodnoty $N_{cr,stab}$ jsou s předpětím, takže s výsledky Scia asi nemají nic společného.

- Ve výsledcích všech případů řešených v této kapitole se obdobně výsledkům vzpínadel s jedním křížem ramen uvádí mj. kritická síla $N_{cr,opt}$ a jí odpovídající hodnota optimálního předpětí T_{opt} . U vzpínadel s jedním křížem to opravdu byla význačná hodnota příslušná maximálnímu kritickému zatížení. U vpínadel s dvojicí křížů to ale žádná významná hodnota není a její užití ztrácí význam. V analytickém řešení se na str.93 uvádí, že předpětí T_{opt} přísluší síle $N_{cr,max}$, což je zjevný rozpor s grafy v části 8.2.

- I v této části by k přehlednosti porovnání výsledků přispěly srovnávací grafy zmíněné v připomínce k části 7.3.

14) Závěr

- Na str.105 se uvádí, že směr vybočení téměř neovlivňuje kritickou sílu ani únosnost. To ale asi platí jen pro kruhovou trubku. Pro jiný průřez (třeba čtvercovou trubku) to asi platit nebude.

- Jako náměty pro další výzkum bych - hlavně vzhledem k využitelnosti při praktickém navrhování - doporučil nejprve návrat ke zkoumání vzpínadel z běžné oceli a pevnému uložení táhel. Pro tyto

konstrukce pak provést studie vlivů geometrického (délka ramen vzhledem k délce prutu, tvar imperfekce) a konstrukčního (velikost profilů ramen a táhel vzhledem k prutu, velikost předpětí) uspořádání a z nich stanovit doporučení pro praktický návrh. Při těchto studiích by zřejmě stačilo řešit už jen únosnost imperfektních prutů. V následných studiích by se potom mohla tato doporučení korigovat pro kluzné uložení táhel a konstrukce z nerezové oceli.

Závěrečné zhodnocení disertace

Předložená disertační práce se zabývá aktuálním tématem štíhlých předpínaných ocelových konstrukcí a její výsledky přinášejí podklady a náměty pro další výzkum a tvorbu praktických doporučení a pomůcek.

Práce splňuje požadavky kladené na disertace z hlediska vědecké i formální úrovně.

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

ano

ne

Datum: 10.8.2021

Podpis oponenta: