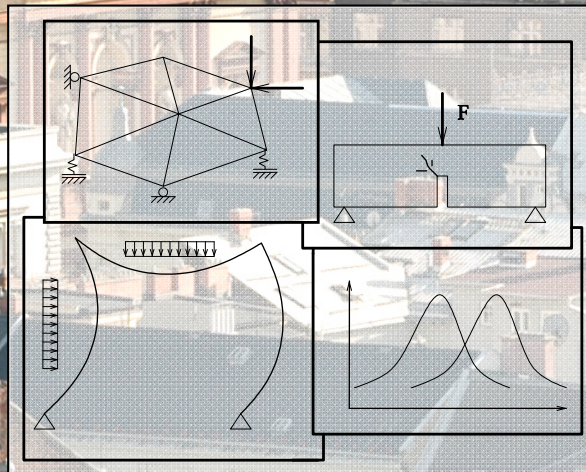


MEZINÁRODNÍ KONFERENCE

MODELOVÁNÍ V MECHANICE

SBORNÍK ROZŠÍŘENÝCH ABSTRAKTŮ



30. – 31. KVĚTEN 2012

Název publikace: Sborník rozšířených abstraktů vědecké konference
Modelování v mechanice 2012
Vydala: VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky
Autor: Kolektiv autorů
Datum vydání: květen 2012

Plné znění příspěvků obsahuje CD-ROM (ISBN 978-80-248-2694-3)

Recenzenti příspěvků publikovaných ve sborníku konference:

Brožovský Jiří
Janas Petr
Kološ Ivan
Konečný Petr
Krejsa Martin
Michalcová Vladimíra

OBSAH

Čajka Radim	
Předpjatý základ vysoké pece č. 1 ve Vítkovicích	1
Sucharda Oldřich, Brožovský Jiří	
Pružnoplastické modelování železobetonových konstrukcí	3
Protivínský Jiří, Krejsa Martin	
Využití disipace energie při seismickém návrhu ocelové konstrukce	5
Krejsa Martin	
Pravděpodobnostní modelování šíření únavové trhliny programem FCProbCalc	7
Vašek Zdeněk, Janas Petr	
Ocelové výrobky pro použití v pozemním a důlním stavitelství	9
Králik Juraj	
Stress Test of the NPP Safety in Slovakia after Accident in Fukushima	11
Melcer Jozef, Lajčáková Gabriela	
Výpočtové modely betonových vozoviek	13
Moravčík Milan	
Dynamické chovanie spojitého monolitického predpätého betónového mosta	15
Holický Milan, Jung Karel, Sýkora Miroslav	
Reliability updating in the assessment of existing structures	17
Frantík Petr, Štafa Michal, Pail Tomáš	
Algoritmus silové metody	19
Holušová Táňa, Seitl Stanislav	
Numerická studie vlivu kvality MKP sítě v okolí bimateriálového rozhraní na průběh zatěžovací síly: Push-out test	21
Sobek Jakub, Veselý Václav	
Přesná aproximace polí napětí a posunů v tělese s trhlinou	23
Havlíková Ivana, Pail Tomáš, Keršner Zbyněk, Veselý Václav	
Iniciace lomu kvazikřehkých materiálů v simulovaném štípacím testu krychle se zářezem	25
Hukel Dušan, Marton Pavol	
Statics analysis of threelayer sandwich beams with the matrix K 43V	27
Hukel Dušan, Marton Pavol	
Statics and dynamics analysis of threelayer sandwich beams with the matrix K 63V	31
Králik Juraj, Králik Juraj, jr.	
Experimental and numerical nonlinear analysis of the fire resistance of the electrical cable support structures in NPP	33
Králik Juraj, Baran Michal	
Simulation of the blast wave effects of the high rise building under software Autodyn	35

Minárová Mária, Sumec Jozef, Tješšová Mária: Behavior of the Intervertebral Disc within the Motion Segment L3-L4 of the Human Spine under Various Types of Physiological Load	37
Tvrďá Katarína Stiffness matrix for beams on elastic foudation	39
Psoťný Martin Postbuckling & aspect ratio of slender web	41
Wünsche Martin Disipativní kotva s možností přizpůsobení se seizmické oblasti	43
Hanzlík Tomáš Lineární a nelineární analýza pohlcovače vibrací na štíhlé mostní konstrukci buzené pohybem chodců	45
Sýkora Miroslav, Holický Milan Model uncertainty in shear resistance of reinforced concrete beams without shear reinforcement	47
Michalčová Vladimíra, Michalec Zdeněk Matematické modelování nízkoteplotní oxidace v uhelné skládce dolu Lazy v Orlové	49
Mikolášek David, Brožovský Jiří Numerická analýza vodorovné tuhosti vícepodlažního dřevěného skeletu	51
Lausová Lenka, Matečková Pavlína, Krejsa Martin Zkoušení staticky neurčité rámové konstrukce za požáru	53
Konečný Petr, Teslík Jiří, Hamala Michal Příprava zkoušek deformačních charakteristik slaměných balíků	55
Chrápek Dalibor Porovnání rezervy spolehlivosti určené polopravděpodobnostním a plně pravděpodobnostním výpočtem	57
Jurčíková Anežka, Rosmanit Miroslav, Křivý Vít Numerické modelování svařovaného styčnicku z profilů RHS a HEA	59
Čecháková Veronika, Rosmanit Miroslav, Fojtík Roman Analýza numerického modelu dřevěné mostní konstrukce s ocelovým polorámem	61
Fojtík Roman, Novotný Tomáš, Hurta Jan Experimentální ověřování numerických modelů konstrukce obručového ztužidla	63
Janulíková Martina, Matečková Pavlína, Stará Marie Experimentální zkoušky smykové odezvy asfaltových pásů a jejich numerické modelování	65

PŘEDPJATÝ ZÁKLAD VYSOKÉ PECE Č. 1 VE VÍTKOVICÍCH

PRESTRESSED FOUNDATION OF BLAST FURNACE NO.1 IN VITKOVICE

Radim Čajka¹

Abstrakt

V tomto roce je slavnostně otevřena nově rekonstruovaná tzv. Dolní oblast Vítkovic, jejíž součástí je rovněž areál bývalých vysokých pecí. Příspěvek se věnuje poslední generální opravě, modernizaci a zesílení základu vysoké pece č. 1, která je nyní po úpravách zpřístupněna jako vyhlídková věž.

Klíčová slova

Vysoká pec, interakce základu s podložím, předpjatý beton, MKP

Abstract

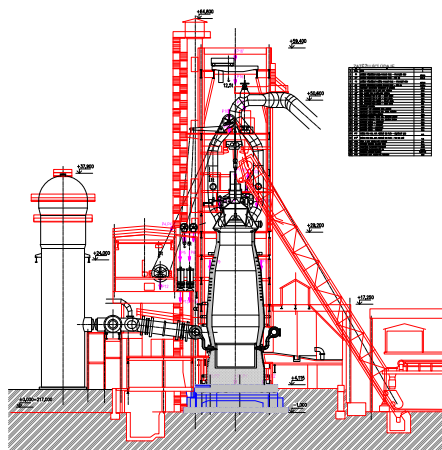
This year, officially opened the newly reconstructed Lower Vitkovice Area, which also includes the former complex of blast furnaces. The paper deals with the last general repair, modernize and strengthening foundation of blast furnace No. 1, which is now opened as lookout tower.

Keywords

Blast furnace, soil foundation interaction, prestressed concrete, FEM

1 Úvod

Opravy, modernizace a rekonstrukce vysokých pecí sebou často přináší zvýšené požadavky na zesílení, únosnost a použitelnost základových konstrukcí včetně podloží.



Obr. 1: Schéma vysoké pece – řez

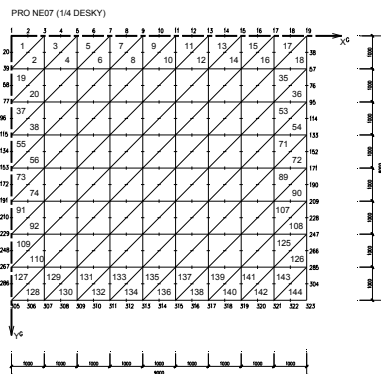
¹Prof. Ing. Radim Čajka, CSc., VŠB – TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí, L. Poděště 1875, 708 33 Ostrava – Poruba, radim.cajka@vsb.cz

Vzhledem k velkým investičním nákladům a zvýšeným požadavkům na spolehlivost je těmto úlohám věnována velká pozornost v celosvětovém měřítku.

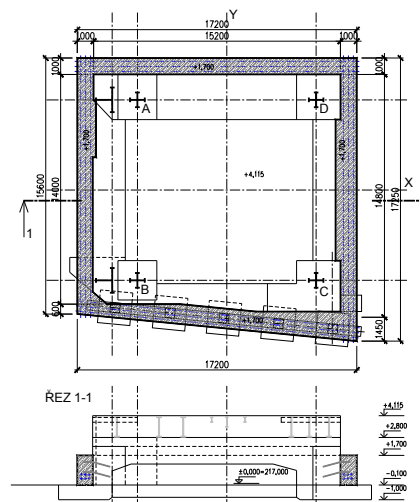
2 Generální oprava a zesílení základu

Při poslední modernizaci a generální opravě v roce 1988 bylo nutno provést posouzení únosnosti a použitelnosti železobetonového základu vysoké pece č. 1, viz obr. 1

Vzhledem k větším zatížením po rekonstrukci bylo přikročeno ke zpevnění podzákladí pomocí injektáže. Při posouzení spolehlivosti podloží se zjistilo, že navrhované zpevnění stávající základové spáry přesto nevyhovuje. Proto bylo rozhodnuto zvětšit plochu základové spáry prstencem z předpjatého betonu po obvodě stávajícího základu. Půdorysné rozměry a příčný řez jsou patrné z obr. 3.



Obr. 2: Dělení čtvrtiny desky na prvky



Obr. 3: Půdorys základu s předepjatým prstencem

3 Modelování základové konstrukce

Vlastní řešení bylo provedeno programem NE07 na efektivním modelu podloží. Při výpočtu základu byla řešena čtvrtina konstrukce se zachováním příslušných okrajových podmínek. Rozdělení na prvky je patrné z obr. 2. Potřebná předpínací síla v prstenci byla vypočtena na 6000 kN, kterou přenesou 6 kabelů Lp 15,5 a kotevní systém MONO 2000. Výrobní i provozní ztráty v prstenci činily asi 24 %. Spolupůsobení přibetonovaného prstence s původním základem bylo zajištěno trny \varnothing J 32.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory projektu „Tvorba a internacionalizace špičkových vědeckých týmů a zvyšování jejich excelence na Fakultě stavební VŠB-TUO“, registrační číslo projektu CZ.1.07/2.3.00 /20.0013

Literatura

- [1] ČAJKA, R. Rekonstrukce základu VP č. 1 VŽSKG. *Sborník referátů z profesního setkání betonářů Hutního projektu*, Jeseník, 21. – 24.11.1988
- [2] KOLAŘ, V., NĚMEC, I. (1989) *Modelling of soil-structure interaction*.
- [3] MYSLIVEC, A. Stanovení mezní hloubky stlačení půdy pod základem stavby, *Inženýrské stavby* 3/1979, str. 119

PRUŽNOPLASTICKÉ MODELOVÁNÍ ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

ELASTIC-PLASTIC MODELING OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Oldřich Sucharda¹, Jiří Brožovský²

Abstrakt

Příspěvek se zabývá ověřením použitelnosti pružnoplastického modelu betonu v počítačovém programu BSA u železobetonových nosníků. Experimenty jsou modelovány rovinnými výpočetními modely z izoparametrických konečných prvků. Výztuž je do výpočtu zahrnuta modelem rozetřené výztuže nebo modelem diskrétní výztuže, u které je alternativně použit spojovací prvek k modelování prokluzu výztuže. U vybraného experimentu je proveden také numerický výpočet v programu ATENA.

Klíčová slova

Nosník, železobeton, výztuž, experiment, analýza.

Abstract

The paper deals with a verification of the applicability of elastic-plastic concrete model in a computer program BSA for reinforced concrete beams. The experiments are modeled by plane calculation models with isoparametric finite elements. The reinforcement is included in the calculation by model of smeared reinforcement or discrete reinforcement model, in which the connection element is used to model slip reinforcement. For selected experiment, there is also performed the numerical calculation in the program ATENA.

Keywords

Beam, reinforced concrete, reinforcement, experiment, analysis.

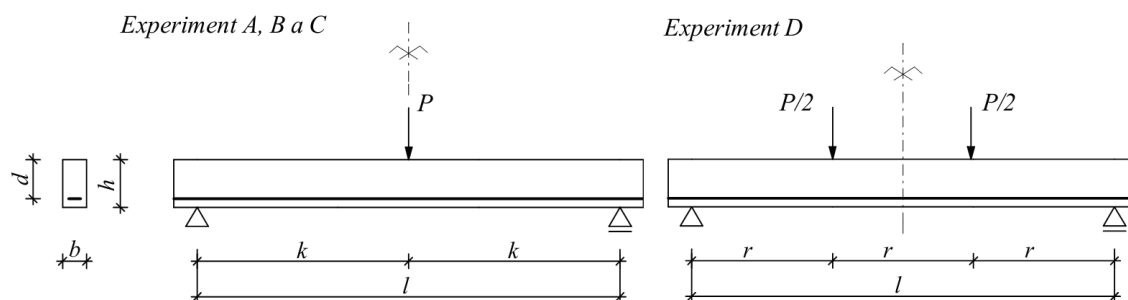
1 Úvod

Příspěvek se zabývá ověřením použitelnosti pružnoplastického modelu betonu [1], který je určen k nelineární analýze železobetonových konstrukcí pro účely vyhodnocení celkové únosnosti konstrukce, deformací a případně dalších výsledků, které nejsou dostupné z lineárního výpočtu. Železobetonové konstrukce zvolené pro numerické modelování jsou publikované experimenty nosníků zatížených osamělou silou nebo dvojicí sil. Nosníky jsou vyztuženy podélnou výztuží u dolního okraje, smyková výztuž u nosníků není. Pro numerické modelování jsou celkově zvoleny čtyři experimenty.

¹ Ing. Oldřich Sucharda, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, L. Poděšť 1875, CZ70833, Ostrava, e-mail: oldrich.sucharda@vsb.cz.

² Doc. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D., Katedra stavební mechaniky, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Poděšť 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 321, e-mail: jiri.brozovsky@vsb.cz..

Pružnoplastický model betonu je implementován autory do výpočetního programu BSA, který je vyvíjený na VŠB-TU Ostrava.



Obr. 1: Schéma experimentů

Výpočetní program BSA [2] je založen na deformační variantě metody konečných prvků [3] a určen pro rovinné výpočetní modely. Konečné prvky jsou čtyřuzlové izoparametrické se čtyřmi integračními body. Vzniklá nelineární soustava rovnic se řeší metodou Newton-Raphson.

2 Závěr

Příspěvek se zabýval ověřením použitelnosti pružnoplastického modelu betonu pro účely určení celkové únosnosti betonových nosníků. U čtyřech zvolených experimentů byla odchylka vypočtené a skutečné maximální únosnosti do 7 %. Rozdíl únosnosti vypočtené u nosníku A v programech ATENA a BSA byl 2,3 %. Výsledná odchylka vypočtené a skutečné maximální únosnosti je způsobena nejistotami ve vstupních datech a aproximací specifických parametrů. Jedná se například o pevnost betonu v tahu a pracovní digramy betonu pro jednotlivé způsoby namáhání. Pro ilustraci vlivu modelu výztuže byly provedeny u experimentu C srovnávací výpočty pro model rozetřené výztuže a model diskretní výztuže. Rozdíl pracovních diagramů numerických výpočtů pro různé modely výztuže je malý. U výpočtu s modelem diskretní výztuže je proveden také výpočet se spojovacími prvky pro modelování prokluzu výztuže a betonu. Nejvhodnější hodnota tuhosti spojovacího prvku pro daný experiment byla 10^8 N/m, pro kterou měly výsledky výpočtu nejlepší shodu s experimentem.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory ze státních prostředků České republiky prostřednictvím Studentské grantové soutěže v rámci specifického výzkumu na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava. Registrační číslo projektu je SP2012/94.

Literatura

- [1] CHEN, W. F. *Plasticity in Reinforced Concrete*. Mc. New York: Graw Hill, 1982.
- [2] SUCHARDA, O., BROŽOVSKÝ, J. Pružnoplastické modelování železobetonového nosníku: implementace a srovnání s experimentem. *Sborník vědeckých prací VŠB-TUO, řada stavební*. 2011, roč. 11, č. 1, s. 237-244. ISSN 1213-1962.
- [3] RAVINGER, J. *Programy – statika, stabilita a dynamika stavebních konstrukcí*. Alfa, Bratislava, 1990.

VYUŽITÍ DISIPACE ENERGIE PŘI SEISMICKÉM NÁVRHU OCELOVÉ KONSTRUKCE

UTILIZATION OF ENERGY DISIPATION
FOR DESIGN OF STEEL STRUCTURE UNDER SEISMIC ACTION

Jiří Protivínský¹, Martin Krejsa²

Abstract

This article brings some theoretical background for global seismic analysis of steel structures. Extra attention is focused on seismic design according to conception of dissipative structure. There are described specifics of structures supporting power plant boilers. There are outlined benefits and limits of the dissipative conception in the article.

1 Úvod

Článek seznamuje čtenáře s teoretickým pozadím řešení seismicky zatěžovaných ocelových konstrukcí. Objasňuje základní pojmy a principy seismického návrhu. Zvláště se pak zaměřuje na vymezení možností analýzy konstrukce využívající zvýšenou schopnost konstrukce tlumit dynamické zatížení prokluzem v dynamických plastických kloubech a přeměnou kinetické energie soustavy na teplo v průběhu plastifikace vybraných částí konstrukce. Přeměnu kinetické energie na teplo v plastických kloubech dále označuje pojmem „disipace“ [1].

Disipativní koncepce je založena na možnostech vycházejících z teorie plasticity. Jedná se o přístup využívající disipaci energie ve vhodně vybraných detailech konstrukce, ve kterých bude záměrně překročena během zemětřesení mez kluzu. V těchto oblastech dojde k přeměně energie zrychlených hmot v teplo a k prokluzu v nově vzniklých tuhých kloubech. Zmiňovaný prokluz výrazně přispívá k zvětšení vnitřního útlumu konstrukce. Míru schopnosti konstrukce jako celku disipovat energii kvantifikuje součinitel duktility, jehož základní hodnota je rovna jedné, což odpovídá elastickému návrhu bez disipace.

Praktická aplikace disipativní koncepce je řešena pro nosné ocelové konstrukce elektrárenského kotle na odpadní teplo s vertikálním prouděním spalin. Budou ukázány limity použití této koncepce při návrhu tohoto typu konstrukce a odhadnuta předpokládaná úspora materiálu oproti návrhu, který se zakládá pouze na elastickém výpočtu.

Ve vyšetřované konstrukci byly disipativní zóny řešeny jako svislé seismické články. Pro vyšetřovaný typ konstrukce byla stanovena hodnota součinitele duktility rovna 3,2.

¹ Ing. Jiří Protivínský, externí doktorand, VŠB-TUO Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Poděště 1875/17, 708 33 Ostrava – Poruba, jiri.protivinsky@bbs-cz.bilfinger.com .

² doc. Ing. Martin Krejsa, Ph.D. , VŠB-TUO Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Poděště 1875/17, 708 33 Ostrava – Poruba, martin.krejsa@vsb.cz .

2 Porovnání hospodárnosti konstrukce oproti řešení bez disipace

Úspora se projevila především na prvcích vertikálního ztužujícího systému tedy na prvcích zavětrování a příčlích. Dosaženou úsporu při návrhu konstrukce vertikálního kotlů shrnuje tabulka 1.

Druh konstrukce	Konstrukce vertikálního kotle (bez plošin a pomocných konstrukcí)		
	Nedisipativní	Disipativní	Rozdíl
Sloupy	31,3 %	31,3 %	0 %
Strop kotle	53,4 %	53,4 %	0 %
Příčle	6,4 %	3,5 - 6,4 %	0 - 2,9 %
Zavětrování	6,1 %	1,7 - 4 %	2,1 - 4,4 %
Ostatní	2,8 %	2,8 %	0 %
Články	0 %	1 %	-1%
Celkem	100%	93,7 - 98,9 %	1,1 až 6,3 %

Tab. 1: Procentuelní rozdělení hmotností konstrukce vertikálního kotle a vyjádření úspory disipativní koncepce při zatížení velkou seismicitou

3 Závěr

Závěrem lze konstatovat, že disipativní koncepce je pro návrh ocelových konstrukcí zatížených seismicitou vhodná, jelikož vede ve srovnání s nedisipativním přístupem k návrhu hospodárnějšímu. U vyšetřované konstrukce se ukázalo, že přínos disipativní koncepce roste se zvětšující se intenzitou seismického zatížení. Prokázaná úspora se stala významnou od hodnoty zrychlení podloží 0,2g a při intenzitě seismického buzení podloží 0,4g činila úspora oproti nedisipativní koncepci 1 až 6% celkové hmotnosti konstrukce.

Článek ale také shrnuje úskalí, která s sebou disipativní koncepce přináší z hlediska prokázání bezpečnosti návrhu. Poukazuje na otázky, které je potřeba zodpovědět dříve než bude moci být tato koncepce prakticky použita pro návrh konstrukcí, jimiž jsou:

- Ověření energetické rovnováhy vnitřních a vnějších sil s uvažováním disipace energie v plastických kloubech.
- Otázka, jak zhodnotit zda je nutné, aby prvky v disipativních zónách během seismického buzení plastifikovaly opakovaně a stanovit návrhové kritérium, jehož splnění bude tuto schopnost u těchto prvků garantovat.

Zodpovězení těchto otázek bude náplní další práce autora.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory ze státních prostředků prostřednictvím Studentské grantové soutěže. Registrační číslo projektu je SP2012/186.

Literatura

- [1] DE SCIARRA, M. Hardening plasticity with nonlocal strain damage. *International Journal of Plasticity*. Elsevier Ltd., 2012, roč. 34, July 2012, s. 114-138. ISSN 07496419

PRAVDĚPODOBNOSTNÍ MODELOVÁNÍ ŠÍŘENÍ ÚNAVOVÉ TRHLINY PROGRAMEM FCPROBCALC

PROBABILISTIC MODELING OF FATIGUE CRACK PROGRESSION USING FCPROBCALC CODE

Martin Krejsa¹

Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na jeden z možných způsobů posouzení spolehlivosti cyklicky namáhané ocelové konstrukce s ohledem na vznik únavových trhlin z okraje a povrchu, které vede k návrhu systému prohlídek konstrukčních detailů náchylných na únavové poškození. Pro řešení pravděpodobnostní úlohy byla použita nově vyvíjená metoda Přímého Optimalizovaného Pravděpodobnostního Výpočtu (zkráceně POPV), implementovaná do programu FCProbCalc.

Klíčová slova

Přímý Optimalizovaný Pravděpodobnostní výpočet, POPV, funkce spolehlivosti, pravděpodobnost poruchy, šíření únavové trhliny, prohlídka konstrukce, náhodná proměnná.

Abstract

The paper gives examples of the probabilistic assessment of a steel cyclic loaded structure. Fatigue progression of the cracks from the edge and from the surface is used as a basis for proposing a system of inspections of details which tend to be damaged by fatigue. The newly developed method Direct Optimized Probabilistic Calculation (DOProC method) was used for solution. The method was applied in FCProbCalc code.

Keywords

Direct Optimized Probabilistic Calculation, DOProC, Safety Margin, Probability of Failure, Fatigue Crack Progression, Inspection of Structure, Random Variable.

1 Pravděpodobnostní výpočet šíření únavových trhlin

Článek je zaměřen na využití nově vyvíjené pravděpodobnostní metody Přímého Optimalizovaného Pravděpodobnostního Výpočtu (dále jen POPV), která již byla teoreticky podrobně popsána [2] a aplikovaná např. v softwaru ProbCalc [1] nebo Kotvení, viz např. [3]. Metoda POPV je určena pro řešení pravděpodobnostních úloh, u nichž mají některé vstupní veličiny náhodný charakter a lze je tedy vyjádřit stochasticky neparametrickým (empirickým) případně parametrickým rozdělením. Hlavní uplatnění metody POPV spočívá zejména v oblasti pravděpodobnostního posuzování spolehlivosti nosných konstrukcí. Metodu lze využít také pro pravděpodobnostní navrhování prvků konstrukcí s předepsanou úrovní spolehlivosti.

¹ doc. Ing. Martin Krejsa, Ph.D., Katedra stavební mechaniky, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Poděště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 303, e-mail: martin.krejsa@vsb.cz.

V řadě případů se jedná o velmi efektivní způsob výpočtu s přesným odhadem výsledných pravděpodobností, který je zatížen pouze numerickou chybou a chybou vyplývající z diskretizace vstupních a výsledných veličin. Nevýhodou je značný strojový čas výpočtu u úloh s větším množstvím náhodných veličin, diskretizovaných větším počtem intervalů (tříd). Řešením pak bývá použití tzv. optimalizačních technik, které umožňují výrazně snížit strojový čas výpočtu při zachování korektnosti řešení [2].

Jednou z oblastí, kde byla metoda POPV úspěšně aplikovaná, souvisí s pravděpodobnostním výpočtem šíření únavových trhlin v cyklicky namáhaných ocelových konstrukcích a mostech s využitím programu FCProbCalc [4], který umožňuje efektivně a operativně sledovat vývoj únavového poškození sledované konstrukce, stanovit časy inspekčních prohlídek a zajistit tak její provozuschopnost z hlediska únavového poškození. Zpracovaná metodika [5] i její aplikace může výrazně zkvalitnit odhad nákladů vložených do údržby cyklicky namáhaných konstrukcí a mostů.

2 Srovnávací výpočet programem FCProbCalc

Při srovnávacím pravděpodobnostním výpočtu byl programem FCProbCalc [4] proveden posudek dálničního ocelobetonového mostu v místě napojení příčnicku na podélník. Převzaté vstupní veličiny byly přitom vyjádřeny deterministicky i stochasticky. Požadovaná spolehlivost byla vyjádřena indexem spolehlivosti $\beta=2$. Při výpočtu byla použita adaptivní metoda numerické integrace. Výpočet byl proveden pro únavové trhliny šířící se z okraje i povrchu a směřoval k určení prohlídek posuzované mostní konstrukce.

Závěrečná poznámka

Lite verze program FCProbCalc, stejně jako ostatní softwarové produkty aplikující metodu POPV, jsou ke stažení na adrese <http://www.fast.vsb.cz/popv>.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory z prostředků koncepčního rozvoje vědy, výzkumu a inovací pro rok 2012 přidělených VŠB-TU Ostrava Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

- [1] JANAS, P., KREJSA, M., KREJSA, V. *Software ProbCalc [EXE] - Program System for Probabilistic Reliability Assessment using DOPRO method*. Autorizovaný software, Lite verze 1.2, Ev.č. 003/27-01-2009\SW. VŠB-TU Ostrava, 2008.
- [2] JANAS, P., KREJSA, M., KREJSA, V. Using the Direct Determined Fully Probabilistic Method for determination of failure. In *European Safety and Reliability Conference Esrel 2009*, sborník příspěvků. Praha, 7. až 10. září 2009: Civil-Comp Press, 2009. Reliability, Risk and Safety: Theory and Applications. Taylor & Francis Group, London, 2010. Editoři Briš, Guedes Soares a Martorell. pp. 1467-1474 (8 p). ISBN 978-0-415-55509-8 (sada 3 knih + CD-ROM).
- [3] JANAS, P., ŠŇUPÁREK, R., KREJSA, V., KREJSA, M. Pravděpodobnostní posudek spolehlivosti kotevní výztuže dlouhých důlních a podzemních děl. In *Sborník příspěvků mezinárodní konference Modelování v mechanice 2009*. VŠB-TU Ostrava, Stavební fakulta, 19. až 20. květen 2009. pp 1-2 (2 p) rozšířený abstrakt, (11 p) plné znění na CD-ROM. ISBN 978-80-248-2016-3.
- [4] KREJSA, M., KREJSA, V. *Program FCProbCalc [EXE] - Program pro pravděpodobnostní výpočet šíření únavových trhlin*. Autorizovaný software, Lite verze 1.1, 2,0 MB. Ev.č. 008/14-11-2011_SW. VŠB-TU Ostrava, 2011.
- [5] KREJSA, M., TOMICA, V. Šíření únavových trhlin z okraje a povrchu s ohledem na překročení meze pevnosti. In *Sborník příspěvků mezinárodní konference Modelování v mechanice 2011*. VŠB-TU Ostrava, Stavební fakulta, 2. až 3. únor 2011. pp 1-2 (2 p) rozšířený abstrakt, (34 p) plné znění na CD-ROM. ISBN 978-80-248-2384-3.

OCELOVÉ VÝROBKY PRO POUŽITÍ V POZEMNÍM A DŮLNÍM STAVITELSTVÍ

STEEL PRODUCTS IN CIVIL ENGINEERING AND MINES

Zdeněk Vašek¹, Petr Janas²

Abstrakt

Skupina ArcelorMittal vyrábí velmi široký sortiment ocelových profilů. Důlní ocelové výztuže jsou jedním ze speciálních výrobků, jejichž vývoji je v poslední době věnována zvýšená pozornost. Ve spolupráci se Fakultou stavební VŠB-TU Ostrava jsou práce soustředěny především na hodnocení únosnosti výztuží, vyráběných z nových vysokopevných ocelí.

Klíčová slova

Důlní ocelová výztuž, profilové tyče, ohybové zkoušky, únosnost.

Abstract

Product mix of ArcelorMittal group includes very wide numbers of steel products. Steel mine supports are the special profiles that are developed very hard last time. The works are focused to evaluation of the mine support carrying capacity made of high strength steel in collaboration with Faculty of Civil Engineering of VŠB-TU Ostrava.

Keywords

Steel mine support, sections, bending test, carrying capacity.

1 Úvod

ArcelorMittal je předním světovým výrobcem ocelových výrobků. Celková roční produkce ocelových výrobků dosáhla v roce 2011 85,8 miliónů tun oceli [1].

Výzkum a vývoj skupiny probíhá i na oblastních úrovních, kde jsou řešeny problémy spojené s vývojem nových výrobků a aplikovaným výzkumem soustředěným na zavádění nových technologií a výroby ocelových výrobků.

Vývoj důlních výztuží je dnes směřován k vyšším hmotnostním stupňům, unifikaci typu profilů a ke zvýšení jejich únosnosti. Jejich výroba válcováním za tepla zabezpečuje v kombinaci s chemickým složením a teplotním profilem válcování požadované mechanické vlastnosti. Způsob rovnání ocelové výztuže ve stavu po válcování za tepla pak zvyšuje mez kluzu v oblasti kořene deformačním zpevněním [2].

2 Zatěžovací zkoušky důlních ocelových výztuží z profilu TH29

Při navrhování důlní ocelové výztuže je nutné určovat její únosnost, což se může provádět buď simulačními programy, nebo laboratorními zkouškami. Zkoušky celých

¹ Ing. Zdeněk Vašek, Ph.D., ArcelorMittal Ostrava a.s., zdenek.vasek@arcelormittal.com

² doc. Ing. Petr Janas, CSc., VŠB – TU Ostrava, FAST, petr.janas@vsb.cz

výztužních oblouků simulují zatížení výztuže v důlních podmínkách při zvoleném zatížení. Příkladem je zkoušení oblouku SP16/4 z profilu TH29 ze dvou typů ocelí.

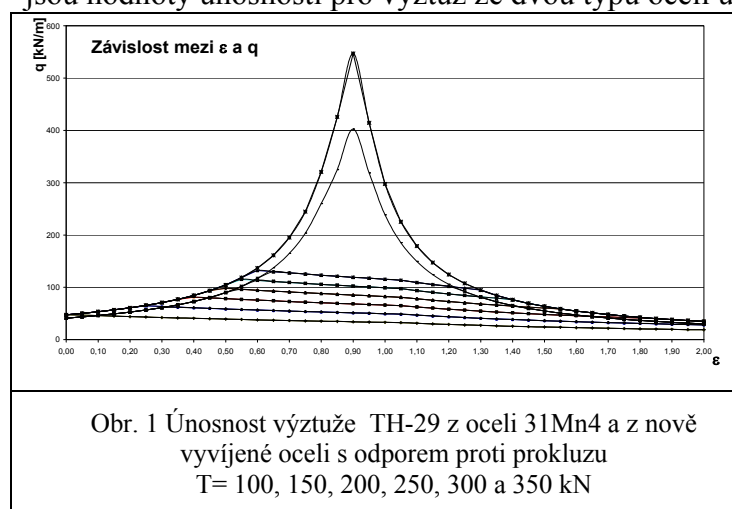
charakter.	nepoddajná	nepoddajná	poddajná Mk 450Nm	poddajná Mk 450Nm	poddajná Mk 400Nm	poddajná Mk 400Nm
	F_{max} [kN]	y [mm]	F_c [kN]	y_c [mm]	F_{max} [kN]	y_c [mm]
Nová ocel	783	95	727	544	658	524
31Mn4	652	90	544	283	516	553
srovnání	1,201	1,056	1,336	1,922	1,275	0,948

Tab. 1 Srovnání výsledků zkoušky oblouku SP 16/4, TH29

Z výsledků vyplývá, že únosnost výztuže v nepoddajném i v poddajném provedení z nové oceli je ve všech srovnávaných případech vyšší. Ve většině případů byla vyšší i deformace profilu při dosažení únosnosti, po které nastává trvalá deformace výztuže.

3 Modelování únosnosti výztuží z profilu TH29

V modelovém výpočtu [3] se předpokládá, že výztuž je dvojklobbově uložena. Graficky jsou hodnoty únosnosti pro výztuž ze dvou typů ocelí uvedeny na obr. 1.



Únosnost výztuže z nové oceli je vyšší v nepoddajném provedení. Projevují se tady vyšší hodnoty meze kluzu materiálu. V poddajném provedení únosnost výztuže limituje odpor proti prokluzu. Únosnost výztuží z různých materiálů může být pro stejný odpor proti prokluzu stejná. U nové oceli se však rozšiřuje pásmo zatížení, při kterém se ocelová oblouková výztuž chová poddajně.

4 Závěr

Mezi speciální profily vyráběné ArcelorMittal Ostrava a.s. patří důlní výztuže. Za účelem zvýšení únosnosti důlních ocelových výztuží je řešen projekt, zabývající se vývojem nové jakosti pro jejich výrobu. Teoretické a laboratorní zkoušky výztuží z profilu TH29 z vyvíjené oceli vykazují vyšší únosnost oproti původní jakosti 31Mn4.

Poděkování

Tento článek byl realizován v rámci projektu TA01010838 (Technologická agentura České Republiky).

Literatura

- [1] ArcelorMittal, Roční zpráva 2011
- [2] VAŠEK, Z. a DUDEŠEK, P. Válcování důlních ocelových výztuží. *Hutnické Listy*. Ocelot s.r.o., 2011, roč. 64, č. 4, s. 26 – 29, ISSN 0018-8069
- [3] <http://www.ugn.cas.cz/events/2008/colloq/06.J.pdf>

STRESS TEST OF THE NPP SAFETY IN SLOVAKIA AFTER ACCIDENT IN FUKUSHIMI

Juraj Králik¹

Abstract

The accidents of the NPP in the world are the inspiration source for the upgrading of standards following of the increasing level of the safety and the reliability of the nuclear power plants in Slovakia too. The last accidents of the NPP in Chernobyl and Fukushima give us the new inspiration to verify the safety level of the NPP structures. This paper presents the new requirements to test of the safety and reliability of the NPP structures due to the last accidents in the world.

Keywords

Stress Test, Nuclear Accident, Safety, Probability, Nonlinearity, RSM, VVER, NPP.

1 Introduction

The nuclear technology gets us the perspective and effective natural resources of the energy but from other side a same risk for the environment [1]. The first accident in nuclear research facilities was date on 21 may 1946. The severe problems arrive after an accident in Chernobyl Nuclear Power Plant in Ukraine on 26 April 1986.



Fig.2: The Fukushima Dai-ichi NPP accident after the great Japan earthquake and tsunami in 2011

The last NPP accident was date on 11 March 2011 in Fukushima. Following a major earthquake (a magnitude 7.1), a 15-metre tsunami disabled the power supply and cooling of three Fukushima Daiichi reactors, hence causing a nuclear accident. Recently, in addition to previous safety improvements, a number of provisions have been included in the design of VVER 440/V213 units in Slovakia for mitigation of severe accidents as follows: Elimination of high-pressure core-melt scenarios, by fast reactor pressure vessel

¹ Prof.Ing.Juraj Králik,CSc., STU in Bratislava, Faculty of Civil Engineering, Department of structural mechanics, Radlinského 11, Bratislava 813 68, SR, e-mail: juraj.kralik@stuba.sk

(RPV) depressurization even in station black-out (SBO) conditions; Adoption of measures to flood the reactor cavity in order to ensure the outside cooling of the RPV and hence its integrity in case of core melt scenarios.

2 Safety Assessment of the NPP Risk

The International Atomic Energy Agency set up a program to give guidance to its member states on the many aspects of the safety of nuclear power reactors. The international standard defines the principal steps for the calculation of the risk of the NPP performance by LHS probabilistic method

- (1) Accident frequency (systems) analysis
- (2) Accident progression analysis
- (3) Radioactive material transport (source term) analysis
- (4) Offsite consequence analysis
- (5) Risk integration.

On the base of SMA methodology the seismic resistance of the NPP structures in Slovakia was calculated. The HCLPF seismic margin value is calculated for the PGA for the review level of earthquake (RLE = SL-2) and it is defined mathematically as 95% probability that an earthquake will cause violation. During the last 30 years the seismic monitoring of these localities were realized under the supervision of the SAV. The seismic resistance of the NPP upgraded structures is satisfying in accordance of the IAEA requirements.

The probability analysis of the concrete structure integrity was considered. Following the results from Loss of Coolant Accident (LOCA) scenarios the probability check of the structural integrity was realized. The uncertainties of the loads level (long-time temperature and dead loads), the material properties (concrete cracking and crushing, reinforcement, and liner) and other influences following the inaccuracy of the calculated model and numerical methods were taken in the account in the 10^5 modified simulation LHS.

3 Conclusion

This paper presents the results of the “Stress tests” in Slovakia on the base of Fukushima accidents. There were proposed the methodology of the risk analysis of the NPP hermetic structures penetration due to the accident events. The results from the seismic analysis present the international level of the seismic resistance of the NPP structures in Slovakia. The methodology of the PSA 2 level analysis of the NPP hermetic structures penetration under accident events is discussed. The critical steel segment was the reactor hermetic door with failure pressure $p_{u,0,95} = 839\text{kPa}$ (95% failure probability). The critical concrete structures were the walls of the steam generator box. Their failure pressure is equal to $p_{u,0,95} = 486\text{kPa}$ (95% failure probability).

Acknowledgements

The project was realized with the financial support of the Grant Agency of the Slovak Republic (VEGA). The project registration number is VEGA 1/1039/12.

References

- [1] Králik, J. Safety and Reliability of Nuclear Power Buildings in Slovakia. Earthquake-Impact-Explosion. Published by STU Bratislava, 2009, 307pp.

VÝPOČTOVÉ MODELY BETÓNOVÝCH VOZOVIEK

COMPUTING MODELS OF CONCRETE PAVEMENTS

Jozef Melcer¹, Gabriela Lajčáková²

Abstrakt

Vozovky predstavujú dopravné konštrukcie vystavené dynamickým účinkom pohybujúcich sa vozidiel. Pre posúdenie ich správania sa je potrebné poznať zaťaženie skutočnými vozidlami. Tieto údaje je možné získať numerickou alebo experimentálnou cestou. Pri analýze železobetónových vozoviek je možné použiť rôzne výpočtové modely. Niektoré možnosti sú prezentované v tomto príspevku.

Kľúčové slova

Betónové vozovky, dynamické zaťaženie, výpočtové modely, numerické modelovanie.

Abstract

Pavements represent the transport structures subjected to dynamic effect of moving vehicles. The real transport load is needed for the assessment of pavements. Such data can be obtained by numerical or experimental way. Various computing models can be used for the analysis of concrete pavements. Some possibilities are presented in this contribution.

Keywords

Concrete pavements, dynamic load, computing models, numerical modeling.

1 Úvod

Cesta je teoreticky nekonečne dlhá konštrukcia. Pri modelovaní účinkov pohyblivého zaťaženia je potrebné modelovať pomerne dlhý úsek cesty. Ak tvoríme výpočtový model v duchu metódy konečných prvkov, má takýto model veľa stupňov voľnosti. Pri priamom riešení v čase je potrebné numericky riešiť simultánnu sústavu diferenciálnych rovníc druhého rádu s veľkým počtom rovníc. Pretože s pohybujúcim sa zaťažením sa pohybuje aj deformačná vlna, ktorá od daného zaťaženia vzniká, sleduje sa priebeh zmien stavov napätosti a stavov deformácie v čase len v jednom bode alebo v jednom priečnom reze. Aby sa znížili nároky na simultánne riešenie veľkého počtu pohybových rovníc, často sa používa metóda rozvoja podľa tvarov vlastného kmitania, kedy pri výpočte sa uvažuje len niekoľko málo vlastných tvarov (v krajnom prípade len 1 tvar). Tým sa samozrejme potláčajú výhody a zmysel modelu MKP a vynára sa otázka, či použitie iných jednoduchších výpočtových modelov za takýchto podmienok neprinesie rovnaké výsledky pri oveľa menšom množstve vynaloženej práce. Ukazuje sa, že takáto cesta je schodná, ak sa prijme predpoklad o tvare ohybovej plochy od daného zaťaženia.

¹ Prof. Ing. Jozef Melcer, DrSc., Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, Katedra stavebnej mechaniky, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, e-mail: jozef.melcer@fstav.uniza.sk

² Ing. Gabriela Lajčáková, PhD., Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, Katedra stavebnej mechaniky, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, e-mail: gabriela.lajcakova@fstav.uniza.sk

2 Výpočtové modely betónovej vozovky

Betónová vozovka sa betónuje ako kontinuálna železobetónová doska, ktorá sa dodatočne reže na menšie dilatčné celky. Pri numerickom modelovaní dynamických účinkov vozidiel je možné vozovku modelovať ako jednu dosku na pružnom podklade. Ak sa sledujú účinky vozidla na dosku iba v jednom bode, napríklad uprostred dosky, stačí prijať predpoklad o tvare ohybovej plochy dosky vyvolanej účinkom jednej kolesovej sily vozidla pôsobiacej v tomto bode a pohybovú rovnicu dosky riešiť v duchu Fourierovej metódy. Ak sa akceptuje platnosť Maxwelllovej vety o vzájomnosti posunutí, je možné časový priebeh výchyliek v sledovanom bode dosky získať tak, že sa vozidlo preženie po doske zdeformovanej do predpokladaného tvaru. V tomto prípade neznáma funkcia času v pohybovej rovnici dosky bude mať význam koeficienta úmernosti popisujúceho zmeny predpokladaných výchyliek v čase.

Prijatý predpoklad o tvare ohybovej plochy dosky závisí od konštrukčného usporiadania a rozmerov vozovky. V tomto príspevku sú prezentované 3 možné prípady.

Pohybová rovnica dosky má tvar

$$D \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) + K \cdot w + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + 2\mu\omega_b \frac{\partial w}{\partial t} = p(x, y, t). \quad (1)$$

Hľadaná funkcia w sa v duchu Fourierovej metódy riešenia vyjadří v tvare

$$w(x, y, t) = w_0(x, y) \cdot q(t), \quad (2)$$

kde $w_0(x, y)$ je zavedený predpoklad o tvare ohybovej plochy dosky a $q(t)$ je koeficient úmernosti závislý na čase, majúci tu význam zovšeobecnenej Lagrangeovej súradnice.

V prípade, že sledovaná doska je súčasťou rozsiahlejšej vozovkovej plochy (letištné vozovky, viacpruhové cestné vozovky), je možné prijať predpoklad o tvare ohybovej plochy v tvare

$$w_0(x, y) = \frac{1}{4} \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{l_x} \right) \cdot \left(1 - \cos \frac{2\pi y}{l_y} \right). \quad (3)$$

V prípade, že sa jedná o jeden doskový pás, tvorený radou dosiek situovaných za sebou v jednom pruhu, je možné prijať predpoklad o tvare ohybovej plochy v tvare

$$w_0(x, y) = \frac{1}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{l_x} \right) \cdot \left(\sin \frac{\pi y}{l_y} \right). \quad (4)$$

V prípade, že by sa jednalo o jednu izolovanú dosku, je možné prijať predpoklad o tvare ohybovej plochy dosky v tvare

$$w_0(x, y) = \left(\sin \frac{\pi x}{l_x} \right) \cdot \left(\sin \frac{\pi y}{l_y} \right). \quad (5)$$

Treba zdôrazniť, že rozhodujúci je tvar predpokladanej ohybovej plochy, nie sú potrebné jej skutočné hodnoty. Je to obdoba riešenia rozvojom do vlastných tvarov kmitania. Rozdiel je len v tom, že pri rozvoji do vlastných tvarov kmitania má predpoklad (2) tvar

$$w(x, y, t) = \sum_{j=1}^n w_j(x, y) \cdot q_j(t). \quad (6)$$

Predmetom výpočtu je v tomto prípade viacej zovšeobecnených Lagrangeových súradníc $q_j(t)$.

DYNAMICKÉ CHOVANIE SPOJITÉHO MONOLITICKÉHO PREDPÄTÉHO BETÓNOVÉHO MOSTA

DYNAMIC BEHAVIOUR OF THE CONTINUOUS MONOLITHIC PRESTRESSED
CONCRETE BRIDGE

Milan Moravčík¹

Abstrakt

Prezentuje sa dynamické testovanie nového 2x-14-polového spojitého mosta z predpäťého betónu na novovybudovanej rýchlostnej ceste R1 v lokalite Nitra – Selenec. Popisuje sa dynamická testovacia procedúra, metódy vyhodnocovania a spracovanie meraných časových priebehov kinematických veličín získaných pri vynútenom kmitaní mosta.

Klíčová slova

Dynamika mostov, experimentálne metódy, frekvenčná analýza časových signálov.

Abstract

The dynamic testing procedure for the new highway 2x14-field continuous monolithic prestressed concrete bridge, in the new Slovak highway R1 at the locality Nitra – Selenec, is presented in the paper. The testing dynamic equipment, methods of evaluating, and processing of measured time records of the kinematic quantities acquired during the forced vibration of the bridge are described.

Keywords

Dynamics of bridge, experimental methods, frequency analysis of time signals.

1 Úvod

Nosnú konštrukciu testovaných mostov tvoria dva samostatné mosty pre smer Nitra – Zvolen a smer Zvolen – Nitra, ktoré sú uložené na samostatných podperách (pilieroch s výškou od 12 m ÷ 28 m) Technológia výstavby je letmá montáž zo segmentov dĺžky 2,23 m. Celková dĺžka mosta je $L = 763,5$ m ($33,5 + 48 + 9 \times 61 + 48 + 33,5$ m). Smerovo aj výškovo je most v oblúku, obr.1.

Predmetný 14-polový most z predpäťého betónu sa testoval za účelom overenia chovania mosta v dynamickom režime zaťaženia a overenia predpokladaných dynamických vlastností mosta, nakoľko ide o veľkú mostnú konštrukciu s veľkými rozpätiami polí, obr.1. Dynamické testovanie mosta sa vykonalo aj v súlade STN 73 6209: Zaťažovacie skúšky mostov [4].

Dynamické chovanie mosta sa hodnotilo na základe:

- hladkých prejazdov skúšobného vozidla rýchlosťami 5 ÷ 80 km/h,

¹ Prof. Ing. Milan Moravčík, CSc, Katedra stavebnej mechaniky, Stavebná fakulta ŽU v Žiline, e-mail: mimo@fstav.uniza.sk

- prejazdov skúšobného vozidla cez normovú prekážku rýchlosťami $5 \div 80$ km/h,
- rozkmitávaním mosta účinkom rázu v strede poľa č.6 a č.7.

Vzhľadom na veľkosť mosta sa merala dynamická odozva v dvoch susedných stredných poliach most – polí č.6 a č.7, čím sa získal dobrý obraz o dynamickom chovaní mosta.



Obr. 1 Pohľad na merané mosty objektu SB 203 úseku Selenec – Beladice na R1.

Pri meraní dynamických skúškach mosta boli použité tri typy snímačov – *priehybomery* (R), *akcelerometra* (A) a *tenzometre* (Tk), ktoré boli na konštrukcii mosta rozmiestnené v charakteristických miestach – stredoch rozpätí meraných polí, [1]. Snímače synchronne merali kinematické veličiny a pomerné pretvorenia dynamickej odozvy v časovej oblasti, vzorkovacia frekvencia $f_s = 1000$ Hz.

Zaznamenané časové priebehy dynamických priehybov $w(x,t)$, dynamických zložiek vertikálnych a horizontálnych posunutí $\Delta w(x,t)$, $\Delta u(x,t)$ a dynamické pomerné pretvorenia v ťahanom betóne $\varepsilon(x,t)$ sa spracovali meracím a vyhodnocovacím systémom National Instrument Labview.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za finančnej podpory Grantovej agentúry VEGA-MŠ SR - Registračné číslo projektu 1/0517/12.

Literatura

- [1] Pracovný program dynamickej zaťažovacej skúšky mosta Selenec – Beladice, Objekt SB 203, Žilinská univerzita v Žilina, august 2011.
- [2] SHP s.r.o: Pracovný program pre statickú zaťažovaciu skúšku - Objekt SB-203, Brno jún 2011.
- [3] Schémy usporiadania mosta - Objekt 203, Projektant PONTEX a.s. Praha
- [4] STN 73 6209: Zaťažovacie skúšky mostov. 1979.

RELIABILITY UPDATING IN THE ASSESSMENT OF EXISTING STRUCTURES

Milan Holický, Karel Jung, Miroslav Sýkora¹

Abstract

When an existing structure is assessed the knowledge about as-built conditions is associated with uncertainties concerning geometry, material properties, loading and environmental conditions. A crucial step of the assessment may be the evaluation of prior information and newly obtained measurements. Updating of probabilistic distributions of basic variables, direct updating of failure probability and combination thereof can be applied.

Keywords

Reliability updating, existing structures, failure probability.

1 Introduction

Reliability verifications of existing structures cover all aspects of assessing the condition of the structures by inspections, testing, monitoring, and calculations. Vague prior information, often available in the assessment of existing structures, needs to be supplemented by experimental data and by other additional information.

2 Principles of updating

When assessing existing structures various types of information may be available. Examples of such information are survival of a significant overloading, material characteristics from different sources or a qualitative outcome of visual inspections. In the assessment new information can be taken into account and combined with the *prior* probabilistic models by updating techniques. This results in the so-called *posterior* probabilistic models, which may be used for an enhanced assessment of the structure. Two fundamental types of the probabilistic updating can be distinguished:

- Updating of a (multivariate) probability distribution of basic variables,
- Direct updating of the structural failure probability.

3 Numerical example

Selected techniques of the updating are applied in the example of reliability assessment of a steel member. The building, constructed in 1960s as a part of a textile mill, is to be used as an office building. The selected structural member is exposed to bending moment due to permanent and imposed loads. The deterministic verification reveals that the actual resistance is approximately by 40 % lower than required by Eurocodes.

¹ Prof. Ing. Milan Holický, Ph.D., DrSc., Ing. Karel Jung, Ph.D., Ing. Miroslav Sýkora, Ph.D., CTU in Prague, Klokner Institute, Department of Structural Reliability, Solinova 7, 16608 Prague, Czech Republic, milan.holicky@klok.cvut.cz, karel.jung@klok.cvut.cz, miroslav.sykora@klok.cvut.cz

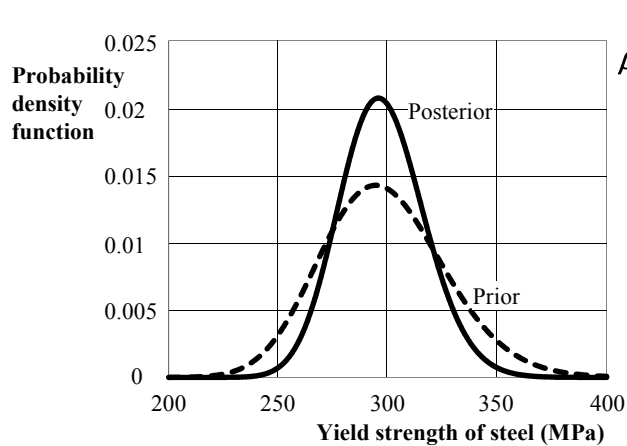


Fig. 1: Prior and posterior PDF

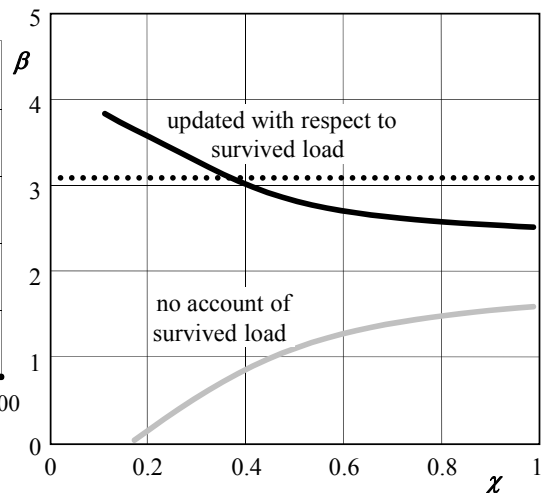


Fig. 2: Variation of β with χ

Prior information on the yield strength of steel is then updated by results of six destructive tests (Fig. 1). It is shown that it may be misleading to develop a model for material property from a limited number of tests and account for prior information can be advisable.

Probabilistic analysis is based on the updated resistance model and the reliability index $\beta \approx 1.3$ is obtained. The reliability is then updated considering that the member has survived remarkable overloading. The reliability index increases up to 2.7.

To generalise findings of the probabilistic analysis, a parametric study is conducted for the load ratio χ given as the fraction of the characteristic variable action over the total characteristic load. Fig. 2 shows variation of β with χ . It appears that effect of the updating increases with a decreasing load ratio when variable actions (not updated variables) become less significant.

4 Concluding remarks

Reliability verifications of existing structures should be backed up by inspection including collection of appropriate data. Assessments based on simplified conservative procedures used for structural design may lead to expensive repairs and waste of resources. Probabilistic methods can thus be applied to better describe uncertainties and take into account results of inspections and tests as well as satisfactory past performance by an updating. Numerical example reveals that:

- It may be misleading to develop a model for material property from a limited number of tests and account for prior information may be advisable.
- The effect of the updating with respect to a survived load increases when variable actions become less significant. However, such updating commonly improves reliability estimates for low reliability levels ($\beta < 2.0$).

Acknowledgements

This study is an outcome of the research project DF12P01OVV040 supported by the Ministry of Culture of the Czech Republic.

ALGORITMUS SILOVÉ METODY

CONSISTENT DEFORMATION METHOD ALGORITHM

Petr Frantík¹, Michal Štafa², Tomáš Pail³

Abstrakt

Příspěvek se věnuje popisu algoritmizace silové metody sloužící pro výpočet staticky neurčitých prutových konstrukcí. Algoritmus je koncipován tak, aby v co největší míře odpovídal postupu při výpočtu konstrukce člověkem.

Klíčová slova

silová metoda, algoritmus, automatizace.

Abstract

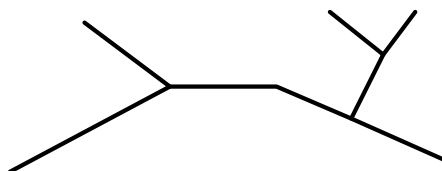
The paper presents the algorithm for automation of the method of consistent deformations, or sometimes referred to as the force or flexibility method for solving of statically indeterminate bar structures. The algorithm is designed to reflect the solving procedure used by a man.

Keywords

force method, consistent deformation method, flexibility method, algorithm, automation.

1 Silová metoda

Pojmem silová metoda je zde myšlen výpočetní postup pro řešení rovinných, staticky neurčitých, prutových konstrukcí ve formě užívané pro obvykle neautomatizovaný výpočet prováděný člověkem. Má tři fáze: vytvoření fiktivní staticky určité konstrukce modifikací řešené konstrukce pomocí odebrání vnějších a/nebo vnitřních *redundantních* vazeb, přidání neznámého zatížení odpovídajícího odstraněným vazbám a řešení deformačních podmínek, kterým musí vytvořená staticky určitá konstrukce (tzv. *základní*) podléhat, aby svým chováním odpovídala původní konstrukci.



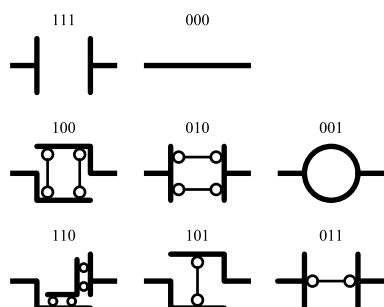
Obr. 1: Otevřený tuhý celek

¹ Ing. Petr Frantík, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky, Veveří 95, 602 00 Brno, e-mail: kitnarf@centrum.cz,

² Ing. Michal Štafa, dtto., e-mail: stafa.m@fce.vutbr.cz,

³ Ing. Tomáš Pail, dtto., e-mail: pail.t@fce.vutbr.cz.

Prut modelu může mít na svých koncích umístěné separátory se třemi složkami: dvě vzájemně kolmá posunutí a pootočení. Na obr. 3 je vidět znázornění všech kombinací separátorů. Ačkoliv je separátor umístěn na konci prutu, jeho poloha je chápána jako totožná s polohou přilehlého styčnicku.



Obr. 3: Mechanické znázornění možných separátorů (1 – vazba odstraněna, 0 – vazba ponechána)

Orientaci separátorů budeme dále uvažovat shodnou s orientací prutu. Každá složka separátoru tak bude odpovídat jedné z vnitřních sil.

2 Algoritmus rozkladu

Jádrem výpočtu je řešení staticky určité konstrukce. Z daného modelu, jenž může tvořit uzavřené celky a nemusí být souvislý, je třeba určit *množinu otevřených celků*, pro které se budou psát statické podmínky rovnováhy. Pro vytvoření této množiny jsou navrženy dvě metody prohledávající graf konstrukce, *startovací metoda* a *rekurzivní metoda*. Vezměme libovolný prut modelu (startovací). Tento prut nechť spojuje dva styčnický (alias uzly grafu), z nichž první budeme nazývat levý a druhý pravý. Každý uzel grafu si bude pamatovat dvě celá čísla: počet návštěv a počet přímých návštěv (viz dále). Pak má startovací metoda následující strukturu:

- Inicializace průzkumu (nastavení počtu návštěv uzlu grafu na nulu a vymazání *seznamu navštívených prutů*).
- Spuštění rekurzivní metody průzkumu:
 - směrem doleva, tj. pro startovací prut a pravý uzel (viz dále),
 - směrem doprava, tj. pro startovací prut a levý uzel.
- Přidání startovacího prutu do seznamu navštívených prutů.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory ze státních prostředků prostřednictvím projektu ADVASOFT CZ.1.07/2.2.00/15.0142: Pokročilé softwarové nástroje ve stavebním inženýrství. Některé teoretické výsledky byly získány při řešení projektu GA ČR P104/11/0833: Odezva cementových kompozitů na únavové zatěžování: pokročilé numerické modelování a experimenty.

Literatura

- [1] KADLČÁK, J., KYTÝR, J. *Statika stavebních konstrukcí II*. Nakladatelství VUTIUM, Brno 2001. ISBN 80-214-2631-4.
- [2] FRANTÍK, P. Java package *EngineeringStructure*, www.kitnarf.cz/java, 2011.
- [3] ŠTAFKA, M., PAIL, T., FRANTÍK, P., Aplikace *ForMet*, 2011.

NUMERICKÁ STUDIE VLIVU KVALITY MKP SÍŤE V OKOLÍ BI-MATERIÁLOVÉHO ROZHŘANÍ NA PRŮBĚH ZATĚŽOVACÍ SÍLY: PUSH-OUT TEST

NUMERICAL STUDY OF INFLUENCE OF QUALITY FEM MESH
IN THE VICINITY OF BI-MATERIAL INTERFACE ON LOADING
FORCE VALUES: PUSH-OUT TEST

Táňa Holušová¹, Stanislav Seitl²

Abstrakt

Příspěvek je věnován numerické studii vlivu kvality MKP (metoda konečných prvků) sítě a zejména velikosti elementu na hodnoty maximálních zatěžovacích sil při zkoušce Push-out. Push-out test je zkouška využívaná pro posuzování mechanických vlastností spojení mezi dvěma materiály, ve studovaném případě se jedná o beton a ocel. Numerické simulace jsou provedeny v software ATENA 2D.

Klíčová slova

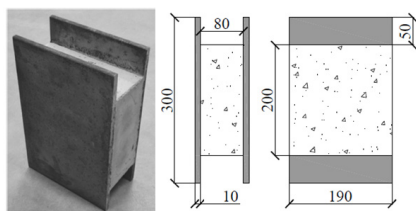
Push-out test, beton, ocel, bi-materiálové rozhraní, síť konečných prvků.

Abstract

The contribution is focused on numerical study of influence of quality FEM (finite element method) mesh on values of the maximum load forces for a Push-out test. The Push-out test is used for assessment the mechanical properties of the connection between the two materials, in the study case the interface of concrete and steel. Software ATENA 2D is used for numerical simulation.

Keywords

Push-out test, concrete, steel, bi-material interface, finite element network.



Obr. 1 Studované zkušební těleso pro push-out test s rozměry v mm (převzato z [2])

1 Úvod

Mechanické smykové spoje (J-hook spojení, [3]), které se využívá pro spojení betonu a oceli, dvou nepoužívanějších materiálů ve stavebním průmyslu, mohou podléhat skokovým změnám materiálových parametrů (lomové houževnatosti, tažnosti či odolnosti proti korozi). Využití lepeného spoje vytvořeného epoxidem bylo uvažováno např. v [1].

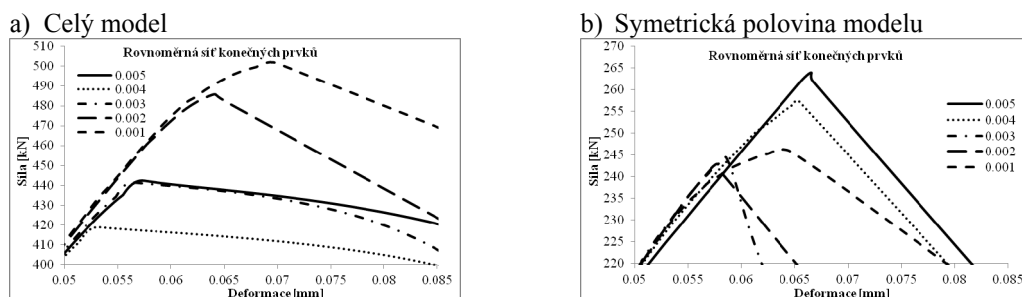
Obr. 1 zachycuje zkušební těleso push-out testu s jednotlivými rozměry v mm.

¹ Ing. Táňa Holušová, Vysoké učení technické, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky, Veveří 331/95, 602 00, Brno, CZ, email: holusova.t@fce.vutbr.cz

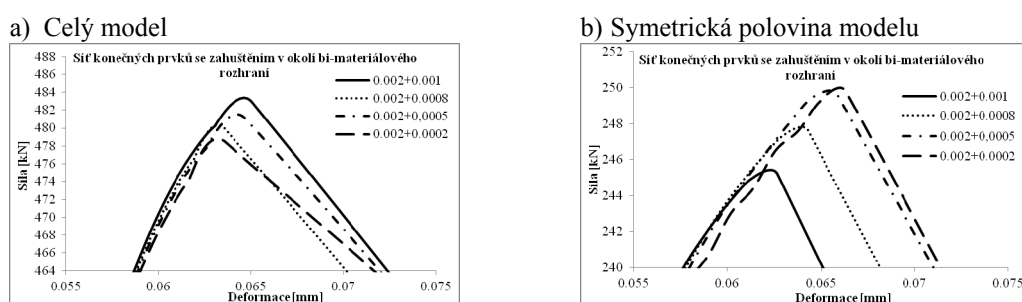
² Ing. Stanislav Seitl, Ph.D.: Akademie věd České republiky, v. v. i., Ústav fyziky materiálů, Žitkova 22; 616 62, Brno; CZ, e-mail: seitl@ipm.cz

2 Numerická studie, výsledky a diskuze

Pro numerickou studii bylo vytvořeno 5 modelů s rovnoměrnou sítí (0,005→0,001 m) a 4 modely se zjemněnou sítí konečných prvků v okolí bi-materiálového rozhraní při základní velikosti ok sítě 0,002 m (0,001→0,0002). Na následujících obrázcích (Obr. 2 a Obr. 3) jsou uvedeny detaily průběhů $L-d$ diagramů v blízkosti maximálních sil.



Obr. 2 Srovnání zatěžovacích diagramů obou modelů při využití rovnoměrné sítě konečných prvků



Obr. 3 Srovnání zatěžovacích diagramů obou modelů při zhuštění sítě v okolí bi-materiálového rozhraní

3 Závěr

Ve studovaném případě je postačující velikost elementu 0,002 m. Naznačenou analýzu lze považovat za první studii vedoucí k zpřesnění numerických odhadů kritických hodnot zatěžovacích sil k posouzení získaných výsledků za použití Push-out testu.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory ze státních prostředků prostřednictvím Grantové agentury České republiky. Registrační číslo projektu je P105/11/1551 a RVO 68081723.

Literatura

- [1] ABOOBUCKER, M. A. M., WANG, T. Y., RICHARD LIEW, J. Y. An experimental investigation on shear bond strength between steel and fresh cast concrete using epoxy. *The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering* Vol. 2, (No. 2), 2009, s. 107-115
- [2] HELINCKS, P., DE CORTE, W., KLUSÁK, J., SEITL, S., BOEL, V., DE SCHUTTER, G. Failure conditions from push-out tests of a steel-concrete joint: Experimental results. *Key Engineering Materials* 488-489, 2012, s. 714-717
- [3] RICHARD LIEW, J. Y., SOHEL, K. M. A. Lightweight steel-concrete-steel sandwich system with J-hook connectors. *Engineering Structures* 31, 2009, s. 1166-1178

PŘESNÁ APROXIMACE POLÍ NAPĚTÍ A POSUNŮ V TĚLESE S TRHLINOU

ACCURATE APPROXIMATION OF THE STRESS AND DISPLACEMENT FIELDS
IN A CRACKED BODY

Jakub Sobek¹, Václav Veselý²

Abstrakt

Příspěvek se zabývá analýzou polí napětí a deformací v tělese s trhlinou. Záměrem autorů je určení dostačujícího počtu vyšších členů Williamsova rozvoje a vyjádření koeficientů těchto členů jako funkcí relativní délky trhliny (resp. tzv. tvarových funkcí), sloužících pro přesnou aproximaci těchto polí. Řešeným případem je test štípání klínem, numerická studie je provedena ve výpočetním systému ANSYS.

Klíčová slova

Trhlina, pole u čela trhliny, Williamsova řada, kvazi-křehký lom, lomová procesní zóna.

Abstract

The paper deals with the analysis of the stress and displacement fields in the cracked body. The intention of the authors is to determinate the sufficient number of higher order terms of the Williams power series for accurate approximation of the near-crack-tip fields. The analysis is conducted on a 2D numerical model of the wedge-splitting test specimen using the ANSYS FE computational system.

Keywords

Crack, near-crack-tip fields, Williams series, quasi-brittle fracture, fracture process zone.

1 Úvod

Popis lomu kvazi-křehkých materiálů je velice problematický. Je nutno uvažovat existenci tzv. lomové procesní zóny (LPZ) [1], která mění svůj tvar a velikost během šíření trhliny. Pro odhad jejího rozsahu a popis jejích změn během šíření trhliny (závisejících na okrajových podmínkách) se s výhodou používá analytická rekonstrukce pole napětí a posunů pomocí Williamsovy mocninné řady. V tomto článku se autoři zabývají přesností numerického stanovení hodnot koeficientů vyšších členů řady (resp. tzv. tvarových funkcí), které charakterizují vliv okrajových podmínek.

2 Pole napětí a deformací v tělese s trhlinou

Pro popis pole napětí a deformací tělesa s trhlinou slouží multi-parametrová lomová mechanika založená na nekonečném Williamsově mocninném rozvoji [2]. Metoda, která

¹ Jakub Sobek, Ing., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky, Veveří 331/95, 602 00 Brno, sobek.j@fce.vutbr.cz

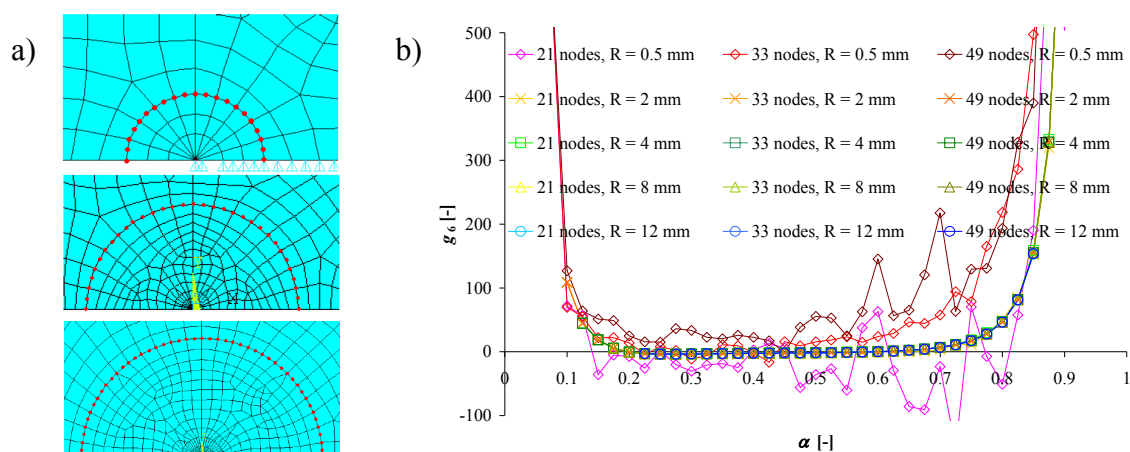
² Václav Veselý, Ing., Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky, Veveří 331/95, 602 00 Brno, vesely.v1@fce.vutbr.cz

se využívá pro určení koeficientů tohoto rozvoje se označuje jako over-deterministic method (ODM) [3]. Je formulována na základě metody nejmenších čtverců a její podstatou je řešení hodnot koeficientů řady ze znalosti hodnot posunů resp. složek napětí ve vybraných místech tělesa (vypočtených numericky, tj. např. hodnot těchto polí přímo v uzlech sítě MKP).

3 Numerická analýza, závěr

Pro analýzu byl vybrán výpočtový model zkušebního tělesa, používaného pro test štípání klínem (WST, [4]). Byly uvažovány různé varianty výběru uzlů vstupující do procedury ODM pro určení hodnot koeficientů vyšších členů řady, jak co do počtu, tak i co do vzdálenosti od kořene trhliny (část MKP modelu v okolí vrcholu trhliny pro některé z variant je znázorněna na Obr. 1a). Počet uzlů byl volen ve variantách 21, 33 a 49 uzlů, vzdálenost od kořene trhliny byla uvažována o hodnotách 0.5, 2, 4, 8 a 12 mm. Postup posouzení dostatečné přesnosti analýzy ilustruje Obr. 1b, kde jsou srovnány tvarové funkce g_n pro uvažované varianty výběru uzlů. Fluktuující průběh tvarové funkce indikuje nedostatečně přesné řešení hodnoty koeficientu v dané variantě výběru uzlů.

Bylo zjištěno, že se zvyšujícím se počtem vybraných uzlů k se zpřesňují požadované tvarové funkce koeficientů vyšších členů řady. Je to tím markantnější, čím větší vzdálenost od kořene trhliny použijeme.



Obr. 1: a) různé varianty výběru uzlů v okolí čela trhliny, b) průběh tvarové funkce g_6 pro všechny uvažované varianty výběru uzlů

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory ze státních prostředků prostřednictvím Grantové agentury České republiky. Registrační číslo projektu je P105/11/1551.

Literatura

- [1] van MIER, J.G.M. *Fracture processes of concrete: assessment of material parameters for fracture models*. CRC, Boca Raton, 1997.
- [2] WILLIAMS, M.L. On the stress distribution at the base of a stationary crack. *ASME J Appl Mech* 24 (1957), s. 109-114.
- [3] AYATOLLAHI, M.R., M. NEJATI. An over-deterministic method for calculation of coefficients of crack tip asymptotic field from finite element analysis. *Fatigue Fract Engng Mater Struct* 34 (2010), s. 159-176.

INICIACE LOMU KVAZIKŘEHKÝCH MATERIÁLŮ V SIMULOVANÉM ŠTÍPACÍM TESTU KRYCHLE SE ZÁŘEZEM

FRACTURE INITIATION OF QUASI-BRITTLE MATERIALS IN SIMULATED
WEDGE-SPLITTING TEST ON NOTCHED CUBE

Ivana Havlíková¹, Tomáš Pail², Zbyněk Keršner³, Václav Veselý⁴

Abstrakt

V příspěvku se sleduje iniciace lomu kvazikřehkých materiálu při simulovaném štípacím testu krychle s proměnnou relativní délkou zářezu. K numerické simulaci testu se využilo MKP softwaru ATENA; byly tak získány diagramy zatížení vs. otevření ústí trhliny, které posloužily k průzkumu a ověření funkčnosti lomového modelu „dvojí K “. Pomocí tohoto modelu byly stanoveny hodnoty kohezivní a následně iniciační složky lomové houževnatosti, což v uvažovaném kvazikřehkém materiálu umožňuje kvantifikovat úroveň iniciace/propagace trhliny.

Klíčová slova

Kvazikřehký lom, štípací test, simulovaný experiment, iniciace lomu.

Abstract

Fracture initiation in quasi-brittle material during a simulated wedge splitting testing of cube-shaped specimen with different relative notch lengths is presented in this paper. The numerical simulation of the test was performed using the ATENA finite element method software. Thus, load vs. crack mouth opening diagrams were obtained, which served to verify the functionality of the double- K fracture model. Using this model, the values of the initiation and cohesive components of fracture toughness were determined, allowing describe the level of crack initiation/propagation in quasi-brittle material.

Keywords

Quasi-brittle fracture, wedge-splitting test, numerical simulation, crack initiation.

1 Úvod

Beton lze zařadit k takzvaným kvazikřehkým materiálům. Lomové modely pro tento kompozit nejčastěji vycházejí z geometrie zkoušek těles s koncentrátorem napětí namáhaných např. klínovým štípáním. Takový je i model „dvojí K “, ve kterém jde o kombinaci konceptu kohezivních sil působících na fiktivní (efektivní) trhlinu s kritériem rozvoje trhliny založeném na faktoru intenzity napětí. Pomocí tohoto modelu

¹ Ing. Ivana Havlíková, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky, Veveří 331/95, 602 00 Brno, havlikova.i@fce.vutbr.cz

² Ing. Tomáš Pail, dtto, pail.t@fce.vutbr.cz

³ doc. Ing. Zbyněk Keršner, CSc., dtto, kersner.z@fce.vutbr.cz

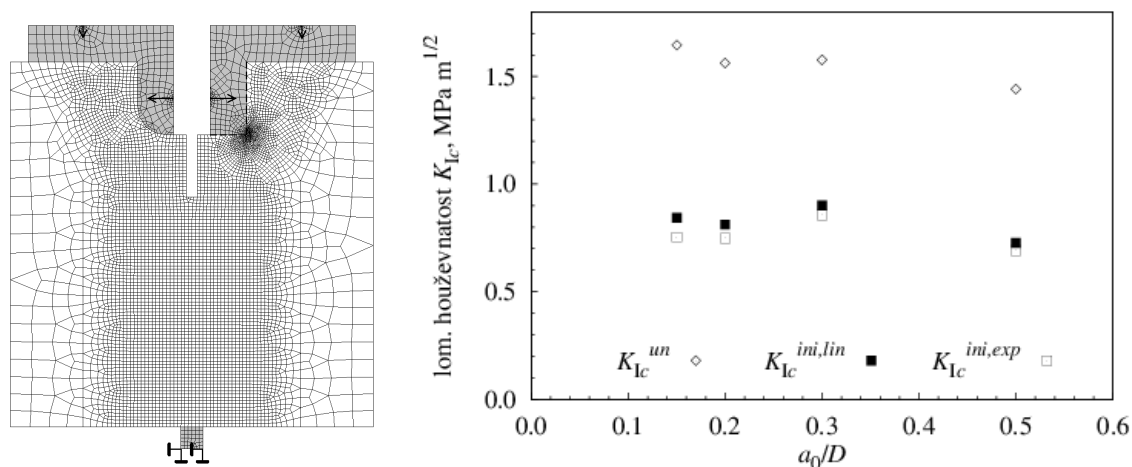
⁴ Ing. Václav Veselý, Ph.D., dtto, vesely.v1@fce.vutbr.cz

lze určit kritické otevření kořene trhliny a lomovou houževnatost, resp. popsat různé úrovně šíření trhliny: iniciační, které odpovídá počátku stabilního šíření trhliny (při dosažení úrovně faktoru intenzity napětí rovné K_{Ic}^{ini}), a úroveň nestabilního šíření trhliny (při dosažení lomové houževnatosti K_{Ic}^{un}).

2 Simulace štípacího testu a výsledky lomového modelu „dvojí K “

Model štípacího testu na vzorku připraveném z krychle o hraně 100 mm (vycházející z předpokladu kvazikřehkého působení materiálu) byl vytvořen v prostředí software ATENA 2D, viz Obr. 1 vlevo.

Vybrané výsledky ze studie popsané v plném textu příspěvku uvádí Obr. 1 vpravo, ve kterém jsou pro uvažované poměry hloubky zářezu a_0 ku výšce tělesa D vyneseny hodnoty lomové houževnatosti K_{Ic}^{un} a její iniciační složky K_{Ic}^{ini} , určené pro dvě použité varianty funkce tahového změkčení – lineární (*lin*) a exponenciální (*exp*).



Obr. 1: MKP model vzorku pro štípací test se znázorněním okrajových podmínek (vlevo); porovnání lomové houževnatosti a její iniciační složky s ohledem na použitý průběh kohezivního napětí po délce efektivní trhliny pro jednotlivé vzorky, resp. poměry a_0/D

3 Závěr

V příspěvku byla využita parametrická studie odezvy vybraného modelu štípacího testu krychle s proměnnou relativní délkou zářezu v softwaru metody konečných prvků ATENA. Ze simulovaných diagramů síla vs. otevření ústí zářezu se vyhodnocovala lomová houževnatost a pomocí lomového modelu „dvojí K “ byla vyčíslována kohezivní složka lomové houževnatosti a následně byl dopočítáván faktor intenzity napětí odpovídající iniciaci lomu modelového kvazikřehkého materiálu. Byla ověřena funkčnost lomového modelu „dvojí K “ pro zmíněný lomový test. Uvažovaly se dvě varianty funkce tahového změkčení, a ačkoliv se iniciační složka lomové houževnatosti vypočtená s uvažováním lineárního a exponenciálního průběhu tahového změkčení lišila jen o několik málo procent, dělo se tak při využití lineární varianty na stranu nebezpečnou – hodnoty faktoru intenzity napětí byly přeceňovány.

Poděkování

Práce na příspěvku byly realizovány za finanční podpory projektu GA ČR P104/11/0833, přičemž se částečně využilo výsledků projektu MŠMT MSM0021630519.

STATICS ANALYSIS OF THREE LAYER SANDWICH BEAMS WITH THE MATRIX K 43V

STATICKÁ ANALÝZA TROJVRSTVOVÉHO SEDVIČOVÉHO NOSNÍKA S MATICOU TUHOSTI K 43 V

Hukel Dušan¹, Marton Pavol²

Abstrakt

This paper presents the stiffness matrix of a three layered element (K 43V type) derived by author as well as the numerical analysis of the three-layered, linearly loaded sandwich system having thin edge layers, based following assumptions: Normal stresses arise in the edge layers only and they are uniformly distributed along the thickness of edge layers. Constant shear stresses arise in the middle layer only; the compression of the layers is not considered. Practical use is for materials with the middle layer having considerable material properties in shear, or for the layered materials with the constructional isotropy.

1 Introduction

The topic of static analysis of layer elements is mainly in connection with using the new materials built in layer constructions. The simplest type of a three layered structure is a sandwich bar with the supporting side layer and with the filler fibre

1.1 Stiffness matrix of three layered element K 43V

Derivation of the stiffness matrix of a three layered element is based on the following assumptions:

- normal stresses arise in the edge layers are uniformly distributed along the thickness of edge layers.
- Constant shear stresses arise in the middle layer only

Examinee of a three layered element, Fig. 1

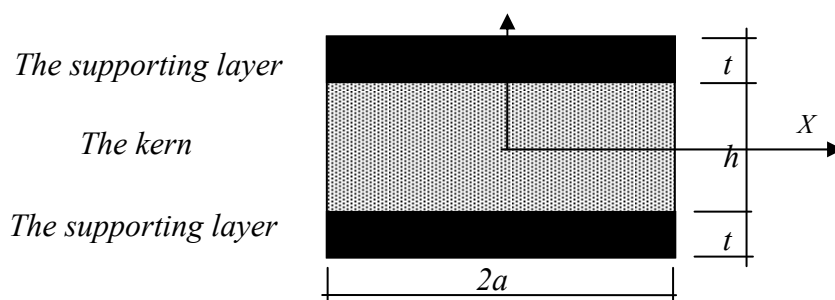


Fig. 1

In relation with the hypotheses, Fig. 1, the boundaries of displacement are defined

¹ Hukel Dušan, Ing., STU, SvF, Radlinského 11, ;, lubomir.hukel@stuba.sk

² Marton Pavol, Doc., Ing., PhD, STU, SvF, Radlinského 11, ;, pavol.marton@stuba.sk

$$u(x) = -\frac{h+t}{2} \varphi(x) \quad u_v(z, x) = -z \varphi(x) \quad (1)$$

1.2 Stress and displacements

The strain are determined from strain-displacement equation

$$\varepsilon(x) = \frac{du}{dx} = -\frac{h+t}{2} \frac{d\varphi}{dx} \quad (2)$$

$$\gamma(x, z) = \frac{dw}{dx} + \frac{du_v}{dz} = \frac{dw}{dx} - \varphi(x) \quad (3)$$

The stress in the direction of the bar axis

$$\sigma(x) = E \varepsilon(x) = -E \frac{h+t}{2} \frac{d\varphi}{dx} \quad (4)$$

The stress normal to the direction of the bar axis

$$\tau(x, z) = G_v \gamma(x, z) = -G_v \left(\frac{dw}{dx} - \varphi(x) \right) \quad (5)$$

Parameters of element , Fig. 2

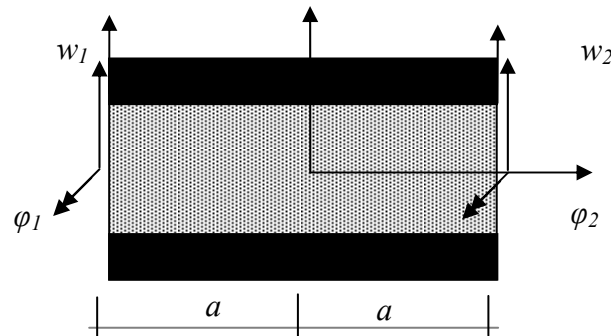


Fig. 2

The displacement boundaries are defined by the following form functions

$$\begin{Bmatrix} w \\ \varphi \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} n_1 & 0 & n_2 & 0 \\ 0 & n_1 & 0 & n_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} w_1 \\ \varphi_1 \\ w_2 \\ \varphi_2 \end{Bmatrix} \quad (6)$$

The displacement boundaries in matrix form

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \gamma_{zx} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{h+t}{2} \frac{d\varphi}{dx} \\ \frac{dw}{dx} - \varphi \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{h+t}{2} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{d\varphi}{dx} \\ \frac{dw}{dx} - \varphi \end{Bmatrix} \quad (7)$$

$$\text{or } \{\varepsilon\} = [q][\bar{B}]\{z\} = [B]\{z\} \quad (8)$$

where

$$[\bar{B}] = \begin{bmatrix} 0 & \frac{dn_i}{dx} & 0 & \frac{dn_k}{dx} \\ \frac{dn_i}{dx} & n_1 & \frac{dn_k}{dx} & n_2 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Substitution of coordinates

$$\xi = \frac{x}{a} \rightarrow x = \xi a, \quad dx = a d\xi, \quad \frac{du}{dx} = \frac{du}{d\xi} \frac{d\xi}{dx} = \frac{1}{a} \frac{du}{d\xi} \quad (10)$$

and form function

$$n_i = \frac{1}{2}(1 - \xi) \quad n_k = \frac{1}{2}(1 + \xi) \quad (11)$$

we obtain a transformation matrix in a form

$$[\bar{B}] = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{1}{2a} & 0 & \frac{1}{2a} \\ -\frac{1}{2a} & \frac{1}{2}(1 - \xi) & \frac{1}{2a} & \frac{1}{2}(1 + \xi) \end{bmatrix} \quad (12)$$

respectively

$$[B] = [q][\bar{B}] = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{h+t}{4a} & 0 & \frac{h+t}{4a} \\ -\frac{1}{2a} & \frac{1}{2}(1 - \xi) & \frac{1}{2a} & \frac{1}{2}(1 + \xi) \end{bmatrix} \quad (13)$$

After a calculation of integral (14)

$$[k] = \int_V [\bar{B}]^T [D] [B_k] dV \quad (14)$$

we obtain the stiffness matrix in form (15)

$$[k] = \begin{bmatrix} \frac{G_v h}{2a^2} & \frac{G_v h}{2a} & -\frac{G_v h}{2a^2} & \frac{G_v h}{2a} \\ \frac{G_v h}{2a} & \frac{2}{3} G_v h + Et \frac{(h+t)^2}{4a^2} & -\frac{G_v h}{2a} & \frac{1}{3} G_v h + Et \frac{(h+t)^2}{4a^2} \\ -\frac{G_v h}{2a^2} & -\frac{G_v h}{2a} & \frac{G_v h}{2a^2} & -\frac{G_v h}{2a} \\ \frac{G_v h}{2a} & \frac{1}{3} G_v h + Et \frac{(h+t)^2}{4a^2} & -\frac{G_v h}{2a} & \frac{2}{3} G_v h + Et \frac{(h+t)^2}{4a^2} \end{bmatrix} \quad (15)$$

2 Structure stiffness matrix

The structure stiffness matrix K is defined

$$K = \sum_{m=1}^l K_m \quad (16)$$

where K_m element stiffness matrix

In [3] defined stiffness matrix

$$[k] = \frac{S}{12 S_1 l^3} \begin{bmatrix} 12 & 6l & -12 & 6l \\ 6l & 4l^2 & -6l & 2l^2 \\ -12 & -6l & 12 & -6l \\ 6l & 2l^2 & -6l & 4l^2 \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$S_1 = \sum_{k=1}^n (h_k - h_{k-1}) E^k \quad S_2 = \sum_{k=1}^n (h_k^2 - h_{k-1}^2) E^k \quad S_3 = \sum_{k=1}^n (h_k^3 - h_{k-1}^3) E^k \quad S = 4 S_1 S_3 - 3 S_2^2$$

3 Example

The element stiffness matrix K 43V has been tested in a three layered beam comparing with the matrix K 4NV with n – layer , Fig.4. Geometrical and structural parameters are: E = 10.000 kPa, G_v = 50 kPa, t = 0,02 m, h = 0,24 m, a = 0,10 m, l = 1,40 m, F = 10 kN.

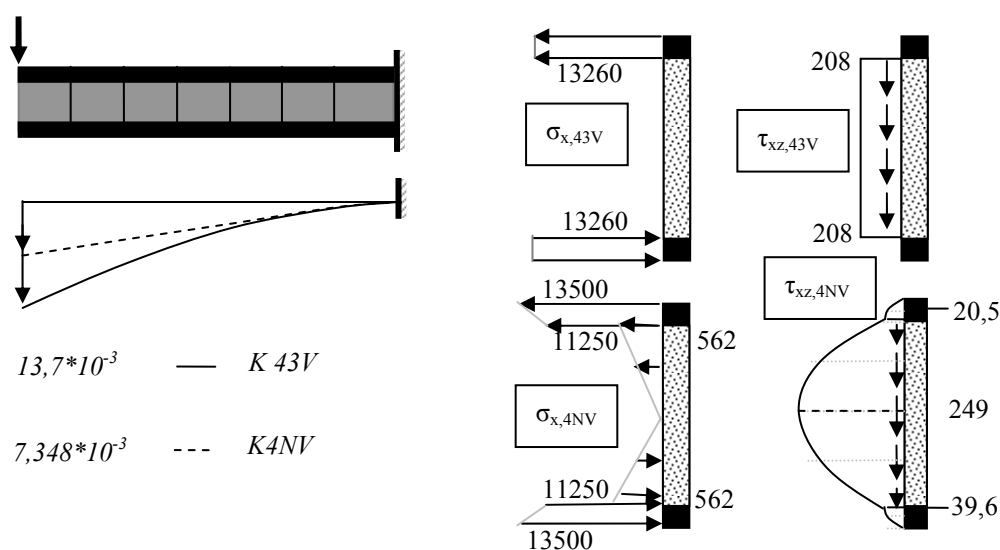


Fig. 4

4 Resume

The maximal displacement of beam modeling with the matrix K43V is comparable to displacement of beam modeling with the matrix K4NV. The stress progression in cross section is determined to established assumption.

Literature

- [1] LECHNICKIJ, C.G. 1951. *Anizotropnyje plastinki*. : GITTL, 1951. 206 s.
- [2] LORENZ, K,W.; KRINGS, W.: 1973. Program mit Sandwich – Elementen fur Platten und Schalen, v „Finite Elemente in der Statik“, Verlag von Wilhelm und Ernst, 1973, s. 86-92.
- [3] MARTON, P, SOKOL, M.: STATISCHE UNTERSUCHUNG DER MEHRSCICHTIGEN STABWERKEN, The 9-th International Scientific Conference, Žilina 1993

STATICS AND DYNAMICS ANALYSIS OF THREELAYER SANDWICH BEAMS WITH THE MATRIX K 63V

STATICKÁ A DYNAMICKÁ ANALÝZA TROJVRSTVOVÉHO SEDVIČOVÉHO NOSNÍKA S MATICOU TUHOSTI K 63 V

Hukel Dušan¹, Marton Pavol²

Abstract

This paper presents the stiffness matrix of a three-layered element (K 63V type) derived by author as well as the numerical analysis of the three-layered bar system performed under the assumption of non-compressibility of layers. Practical use is for three-layered systems in which all the layers have equal material properties

1 Introduction

Problems of statics analysis is currently in connection with layer with different properties of materials.

2 Stiffness matrix K 63V

Derivation of the stiffness matrix based in the following assumptions : the compression normal to layer axis is insignificant. The displacement is defined

$$u(x) = u^o(x,0) - z \varphi(x) = u^o(x,0) - z \frac{dw}{dx}$$

$$[k_{11}^*] = \begin{bmatrix} \frac{16}{a^2} [d_{11}(1-\alpha) + d_{11}^v \alpha] & 0 & 0 \\ sym & \frac{16b^2}{a^4} [d_{11}(1-\alpha^3) + d_{11}^v \alpha^3] & -\frac{16b^2}{a^3} [d_{11}(1-\alpha^3) + d_{11}^v \alpha^3] \\ sym & sym & \frac{64b^2}{3a^2} [d_{11}(1-\alpha^3) + d_{11}^v \alpha^3] \end{bmatrix}$$

$$[k_{12}^*] = \begin{bmatrix} -\frac{16}{a^2} [d_{11}(1-\alpha) + d_{11}^v \alpha] & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{16b^2}{a^4} [d_{11}(1-\alpha^3) + d_{11}^v \alpha^3] & -\frac{16b^2}{a^3} [d_{11}(1-\alpha^3) + d_{11}^v \alpha^3] \\ 0 & \frac{16b^2}{a^3} [d_{11}(1-\alpha^3) + d_{11}^v \alpha^3] & \frac{64b^2}{3a^2} [d_{11}(1-\alpha^3) + d_{11}^v \alpha^3] \end{bmatrix}$$

¹ Hukel Dušan, Ing., STU, SvF, Radlinského 11, ;, lubomir.hukel@stuba.sk
² Marton Pavol, Doc., Ing., PhD, STU, SvF, Radlinského 11, ;, pavol.marton@stuba.sk

$$[k_{22}^*] = \begin{bmatrix} \frac{16}{a^2} [d_{11}(1-\alpha) + d_{11}^v \alpha] & 0 & 0 \\ \text{sym} & \frac{16b^2}{a^4} [d_{11}(1-\alpha^3) + d_{11}^v \alpha^3] & \frac{16b^2}{a^3} [d_{11}(1-\alpha^3) + d_{11}^v \alpha^3] \\ \text{sym} & \text{sym} & \frac{64b^2}{3a^2} [d_{11}(1-\alpha^3) + d_{11}^v \alpha^3] \end{bmatrix}$$

3 Example

The element stiffness matrix K 63V has been testing tested a three layered beam in comparison with the matrix K 4NV with n – layer , Fig.1. Geometrical and structural parameters are: E = 10.000 kPa, E_v = 50 kPa, t = 0,02 m, h = 0,24 m, a = 0,10 m, l = 1,40 m,

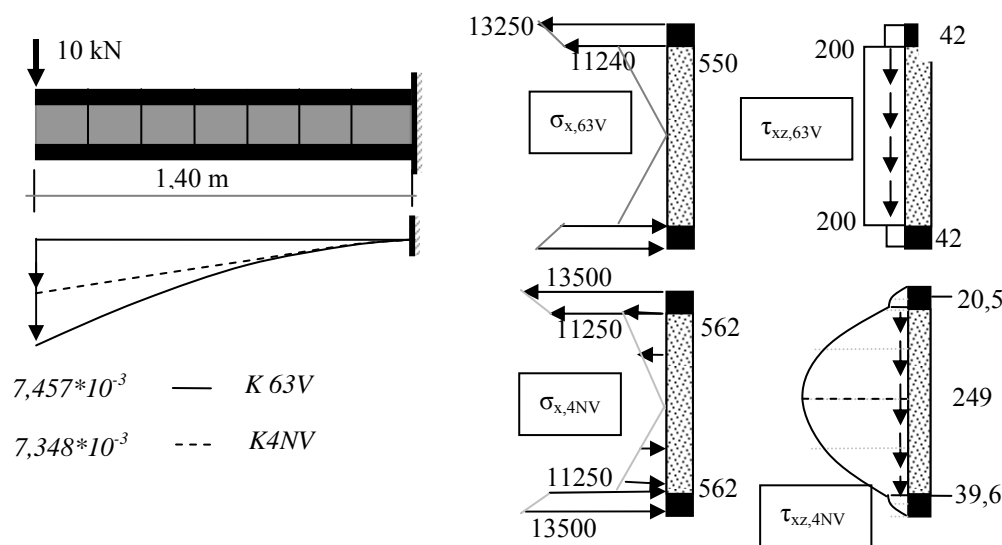


Fig.1

4 Resume

The maximal displacement of beam modeling with the matrix K63V is comparable to displacement of beam modeling with the matrix K4NV. The stress progression in cross section is determined to established assumption.

Literature

- [1] LECHNICKIJ, C.G. 1951. *Anizotropnyje plastinki*. : GITTL, 1951. 206 s.
- [2] LORENZ, K,W.; KRINGS, W.: 1973. Program mit Sandwich – Elementen fur Platten und Schalen, v „Finite Elemente in der Statik“, Verlag von Wilhelm und Ernst, 1973, s. 86-92.
- [3] MARTON, P, SOKOL, M.: STATISCHE UNTERSUCHUNG DER MEHRSCICHTIGEN STABWERKEN, The 9-th International Scientific Conference, Žilina 1993

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL NONLINEAR ANALYSIS OF THE FIRE RESISTANCE OF THE ELECTRICAL CABLE SUPPORT STRUCTURES IN NPP

Juraj Králik¹, Juraj Králik, jr.²

Abstract

This paper presents the methodology of the reliability analysis of the fire resistance of the steel structure of the cable way in nuclear power plants (NPP). The deterministic and probability analysis of the fire resistance of the steel structures are considered. The Response Surface Method (RSM) for the nonlinear probabilistic analysis of the fire structure reliability was used on program ANSYS.

Keywords

Fire, nonlinearity, plasticity, probability, cable way, NPP, RSM, ANSYS

1 Introduction

Experiences from fire cases and their consequences are the main reasons for the developing of the fire safety standards. A list of codes, standards, and other legal documents being used to achieve this aim are based on the simple numerical methods. This paper particularly shows the possibility of solution the fire resistance problem. The fire resistance of the structure could be verified by simplified or exact computational model. From the structural behaviour point of view we consider a plastic model. The definition of the material properties, as well as the load condition, can be defined by deterministic or probabilistic access. Fire resistance of the structure is evaluated by discrete histogram obtained from the probabilistic analysis.

2 Fire resistance of the electrical cable way structures

There are analyzed four type of cable troughs - RSU 60.100 OV, RSU 60.200 OV, RSU 60.300 OV, RSU 60.400 OV and the cable shaft RDV 100, 200, 300, 400 with various width (100, 200, 300 and 400mm). The modulus of support is equal 1500mm.

The reliability of the foundation structures is analyzed in accordance of national and Eurocode standard requirements [3 and 4] for serviceability and ultimate limit state. The serviceability of structure is limited by equivalent strain and the ultimate limit state by equivalent stress in dependency on fire temperature. The failure function of the equivalent strain and stress is defined in the form

$$g(\varepsilon) = 1 - \varepsilon_{ef.E} / \varepsilon_{ay\theta.R} \geq 0, \quad g(\sigma) = 1 - \sigma_{ef.E} / \sigma_{ay\theta.R} \geq 0 \quad (1)$$

where $\varepsilon_{ef.E}$, $\sigma_{ef.E}$ is the equivalent strain and stress of action and $\varepsilon_{ay\theta.R}$, $\sigma_{ay\theta.R}$ are the ultimate strain and stress depending on fire temperature.

¹ Prof.Ing.Juraj Králik,CSc. Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Civil Engineering, Department of Structural Mechanics, Radlinského 11, Bratislava 813 68, SR, e-mail: juraj.kralik@stuba.sk

² Ing.Juraj Králik,PhD. Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Architecture, Department of Structures, Námestie Slobody19, Bratislava 812 45, SR, e-mail: kralik@fa.stuba.sk

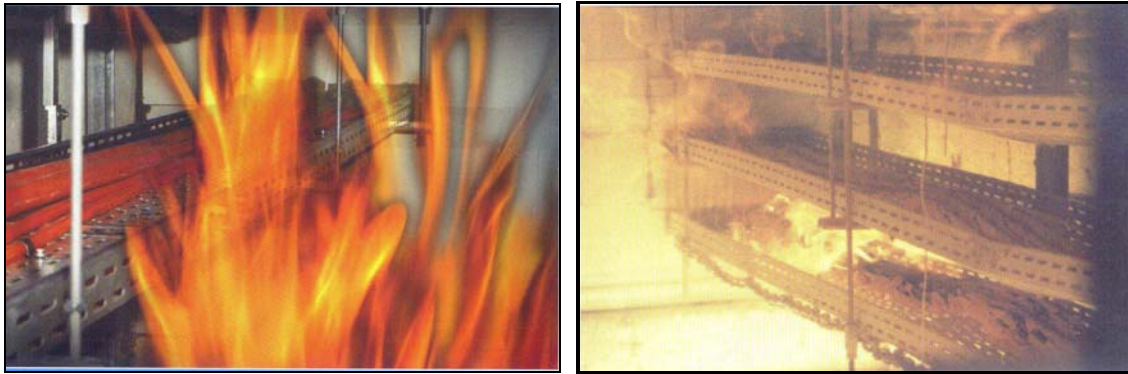


Fig.1: Experimental test of the cable way structures in TU laboratory Braunschweig

3 Comparison of deterministic and probabilistic analyses

The probabilistic part of the assessment is performed by the software ANSYS. The task is to consider the members of the cable way structures exposed to permanent, variable and temperature load due to fire effect (probability of fire is $P_{fire} = 0,002$). Those load cases are expressed by the equation that is described in the probability codes [4 and 7]. The variable values are generated by the random number generator system RSM. The comparison of deterministic and probabilistic solution of the safety and reliability of the fire resistance of cable way structures is documented in full paper.

The differences between deterministic and probabilistic results are equal about to 2,3-45,9% (or 2,3-19,1%) for 95% equivalent strain fractile (or stress fractile) values.

4 Conclusions

This paper deals with the possibility of the deterministic and probabilistic analysis of the reliability of the cable way support structures depending on variability of the load, material and model characteristics. The analysis of the fire resistance of four types of cable way structures by deterministic as well as probabilistic calculation is shown in this paper. The 49 simulations using approximate method RSM for four cases were calculated in the real time on PC (max CPU=728sec). The nonlinear solution was running in max 191 steps. The output quantities were determined from 10^6 Monte Carlo simulations. The probabilistic method shows that the probability of the failure of all structures is less than target probability $p_d = 7,23 \cdot 10^{-5}$. However, the probabilistic calculation provides us with possibility of sensibility analysis, on the base of which the extreme load conditions on the cable way structures can be identified or also modified.

Acknowledgement

The project was realized with the financial support of the Grant Agency of the Slovak Republic (VEGA). The project registration number is VEGA 1/1039/12.

References

- [1] Králik, J. : Reliability Analysis of Structures Using Stochastic Finite Element Method, Published by STU Bratislava, 143pp. 2009.

SIMULATION OF THE BLAST WAVE EFFECTS OF THE HIGH RISE BUILDING UNDER SOFTWARE AUTODYN

Juraj Králik¹, Michal Baran²

Abstract

Generation and transmission of blast waves in real terrains is major importance for risk analysis procedures involving accidental explosion scenarios. This paper aims to show the approach to addressing air pressure waves from explosions using empirical formulas and compare them with numerical computations, which is solved using the computational program AUTODYN. Simulation of a simple model of the building is presented in the interaction with the air pressure wave caused by the explosion, which is initiated at a distance of 30 meters from the front of the building. The explosion process will be shown in 2D axial plane which is then remapped into Eulerian multi-material 3D space using the interaction of the rigid obstacles. The weight of 1000 kg TNT charge is used, which is located one meter above the ground and represents the explosive placed in a car in accordance with FEMA [4] requirements. The effects of the protection structures are investigated.

Keywords

Blast wave, Simulation, Protection, AUTODYN.

1 Introduction

The primary design objective is to save the lives of those who visit or work in these buildings in the unlikely event that an explosive terrorist attack occurs. Bombs in the buildings or in its vicinity can cause tragic damage to the buildings external and internal load-bearings parts of the structure. Losses of life or injury are the results from many causes, including direct effects of explosions, which are the building collapse, fire and subsequent smoke. In terms of building design, the first goal is to prevent progressive collapse which historically has caused the most fatalities in terrorist incident targeting buildings. Beyond this, the goal is to provide design solutions which will limit injuries to those inside the building due to impact of flying debris and air-blast during an incident, and to limit harm to innocent civilians near the building perimeter.

2 Effects of Air-Blast loads on building

If we want to determine the correct effect of explosion and adequacy defining the loads on structures, usually the time histories of stress or velocities which is applied on the structures as boundary conditions are insufficient. In many situations where the shape of structure is not regular, or where we want to watching behavior of modifying blast wave

¹ Juraj Králik Prof. Eng. CSc., Slovak University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Structural Mechanics, Radlinského 11, Bratislava 813 68 Slovakia, e-mail: juraj.kralik@stuba.sk

² Michal Baran Eng., PhD student, Slovak University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Structural Mechanics, Radlinského 11, Bratislava 813 68 Slovakia, e-mail: michal.baran@stuba.sk

in interaction with obstacles, the hydrocodes ("wave codes") using in AUTODYN software are suited for such purpose.

The paper deals with simulation of blast pressure waves in the environment and its impact on building as a simple shape. On example of building with the size of the 20x40x40m single article compared the distribution contours of pressure waves with the results of simulating the behavior of pressure waves in FEM-based methods in program AUTODYN [1]. It was presented problems modeling such a phenomenon in 2D and 3D space. The size of the study area, determine the strength of explosion and the boundary conditions significantly affects the propagation characteristics, the pressures on a rigid obstacle corresponding shape of the building under investigation. Reflected waves from the ground and solid barriers have a significant impact on the character of the pressure wave. The results of numerical simulations solved in program AUTODYN give realistic results from the analysis of pressure waveforms and their interaction with a rigid obstacle.

Acknowledgements

The project was performed with the financial support of the Grant Agency of the Slovak Republic (VEGA). The project registration number is VEGA 1/1039/12.

References

- [1] AUTODYN: Theory manual Revision 4.1, San Ramon, California: Century Dynamics. 2001.
- [2] BANGASH, M.Y.H., BANGASH, T. Explosion-Resistant Buildings. Design, Analysis, and Case Studies. Springer Berlin Heidelberg New York, 2006, ISBN-13 978-3-540-20618-7.
- [3] Departments of the Air Force, Army, and Navy (1990). Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions, Air Force Manual 88-22, Army Technical Manual 5-1300, and Navy Publication NAVFAC P-397, Revision 1, Washington, DC.
- [4] FEMA (2003): Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attack against Buildings, NEHRP USA.
- [5] KRÁLIK, J. Safety and Reliability of Nuclear Power Buildings in Slovakia. Earthquake-Impact-Explosion. Published by STU Bratislava, 2009, 307pp. ISBN 978-80-227-3112-6.
- [6] KRÁLIK, J., ROZSÁR, P. Nonlinear Analysis of the Reinforced Concrete Wall Subjected to Blast Loading. In Engineering Mechanics 2009, Svratka, 11.-14. May 2009, p.146-147, ISBN 978-80-86246-35-2, Full Text in CD, 11pp.
- [7] LUCCIONI, B., AMBROSINI, D., DANESI, R. Blast load assessment using hydrocodes, Engineering Structures 28, 1736-1744, 2006.
- [8] LU, Y., ZHONGQI, W. Characterization of structural effects from above-ground explosion using coupled numerical simulation, Computers & Structures, Science Direct, doi:10.1016/j.compstruc. 2006.05.002.
- [9] MANAS, P., KROUPA, L. Simulation within Force Protection Engineering, In proc. International Conference on Military Technologies 2011, University of Defence in Brno, p.209-216.

BEHAVIOR OF THE INTERVERTEBRAL DISC WITHIN THE MOTION SEGMENT L3-L4 OF THE HUMAN SPINE UNDER VARIOUS TYPES OF PHYSIOLOGICAL LOAD

Mária Minárová¹, Jozef Sumec², Mária Tješšová³,

Keywords

Lumbar spine, motion segment, intervertebral disc, equilibrium equations in cylindrical system of coordinates, finite element analysis

Extended abstract

The paper deals with the biomechanical investigation on the motion segment – basic part of the human lumbar spine focused on the intervertebral disc response to the compression load. It consist

anatomy and the functionality of the human spine description, biological model ,

the *biomechanical laws* description in the case of axisymmetry and in the fully three dimensional case by using the cylindrical system of coordinates;

the *mathematical treatment* by *finite element method*

with the *computational implementation* .

Instead of a very complex system of vertebrae, discs, ligaments and muscles, at the beginning we work with the first approximation of the motion segment – composition of two adjacent vertebrae and the disc between them, see fig.1

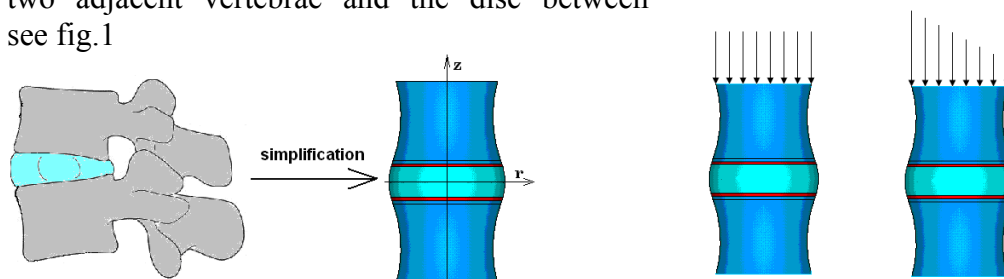


Fig. 1: a) motion segment its first approximation configuration, b) loads on the upper surface

On the model we apply two types of load – uniform and non – uniform distributed load, see fig.1.b)

All considerations are done in two variants, axisymmetric and three dimensional with using of cylindrical coordinates. The cylindrical coordinate system convention is used in kinematical, constitutional and equilibrium equations.

- Variation formulation is based on the *total potential energy functional* minimization. Taking displacements as master field, the total Potential Energy functional is of the form:

¹ RNDr. Mária Minárová, PhD., Slovak Technical University, Faculty of Civil Engineering, Dpt. of Mathematics, Radlinského 11, 81368 Bratislava, minarova@math.sk

² Prof. Ing. RNDr. Mgr. Jozef Sumec, DrSc., Slovak Technical University, Faculty of Civil Engineering, Dpt. of Structural Mechanics, Radlinského 11, 81368 Bratislava, jozef.sumec@stuba.sk

³ Mária Tješšová, student, Slovak Technical University, Faculty of Civil Engineering, Mathematical and Computational Modeling, Radlinského 11, 81368 Bratislava, maria.tjessova@gmail.com

$$\Pi [\mathbf{u}] = U[\mathbf{u}] - W[\mathbf{u}], \tag{3.5}$$

where $U[\mathbf{u}]$ is the strain energy functional,

$$U[\mathbf{u}] = \frac{1}{2} \int_V \boldsymbol{\sigma}^T \mathbf{e} \, dV = \frac{1}{2} \int_V \mathbf{e}^T \mathbf{E} \mathbf{e} \, dV,$$

$W[\mathbf{u}]$ is the external work potential that can be written as a sum of contributions due to body force and contributions due to prescribed surface tractions.

$$W[\mathbf{u}] = W_b[\mathbf{u}] + W_t[\mathbf{u}]$$

where

$$W_b[\mathbf{u}] = \int_V \mathbf{b}^T \mathbf{u} \, dV$$

$$W_t[\mathbf{u}] = \int_{S_i} \mathbf{t}^T \mathbf{u} \, dS$$

Using shape functions $[N_1, N_2, \dots, N_n]^T$ we can express the displacement approximation and element elastic equations on the element

From the necessary condition for minimal potential energy

$$\delta \Pi = (\delta \mathbf{u}^e)^T [\mathbf{K}^e \mathbf{u}^e - \mathbf{f}^e] = 0$$

we acquire the system of governing equations at the element

$$\mathbf{K}^e \mathbf{u}^e = \mathbf{f}^e \text{ and followingly the global system } \mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{f}$$

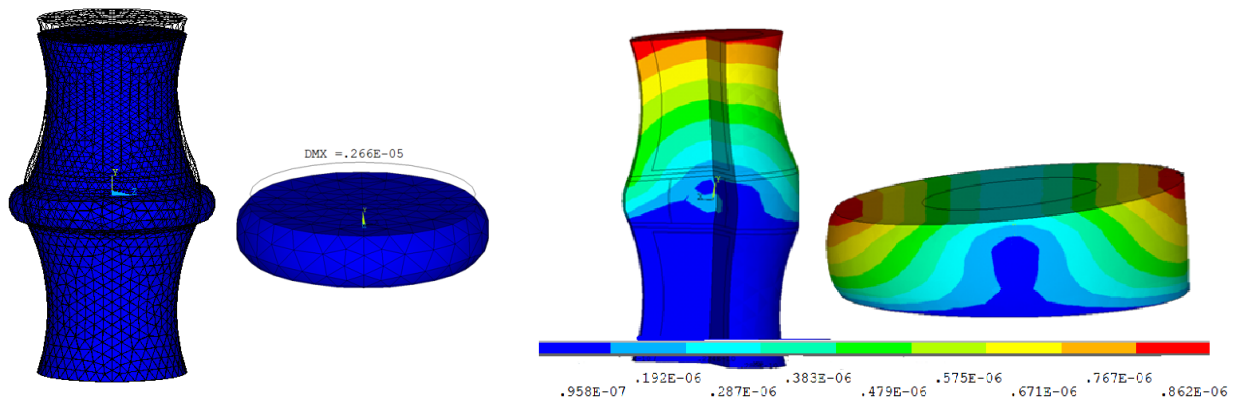


Fig. 1: The example of results under the a)uniform, b) non – uniform distributed load

All dimensions of the model are parameterized, so the approach can be use in various motion segments of the human spine.

Acknowledgement:

This work is supported by grant APVV 0351-07

STIFFNESS MATRIX FOR BEAMS ON ELASTIC FOUNDATION

MATICA TUHOSTI PRE NOSNÍKY NA PRUŽNOM PODLOŽÍ

Katarína Tvrdá¹

Abstract

This paper deals with members and frames rested on elastic foundation using matrix displacement method. An exact stiffness matrix of a beam element on elastic foundation is formulated. The beam is rested on Winkler foundation. At the end off paper, same results of frame on elastic foundation are presented.

Keywords

Elastic (Winkler) foundation, stiffness matrix, beam, frame.

1 Introduction

When analyse any top building it is necessary to consider also a contact with the foundation. Nowadays, one-parametric Winkler's model of elastic foundation belongs to the most common and used in engineering praxis, Pasternak's and Vlasov's models belongs to two-parametric models, introducing the influence of surround foundation through shear forces. On the other hand joined models based on the theory of elastic half-space belongs to the other wide class of models, the best known is the Boussinesque's relationship. Today, mainly in last decades, the matrix formulation of models mentioned above as well as Finite Element Method, thanks to computer utilization, are the most used in an analysis of interaction of structure-foundation.

2 Stiffness matrix of beams on elastic foundation

Let us consider a double-side fixed beam rested on elastic foundation. Introducing a mathematic model a clockwise coordinate system x, y, z is used. No load, except the subsoil resistance, appears on the section $a-b$. Due to the load of the neighbouring sections of the beam, the nodes a, b as well as the beam are deflected. At nodes $a - b$ are some nodal forces F_{ab}^z, F_{ba}^z and nodal bending moments M_{ab}^y, M_{ba}^y appear in nodes a, b , corresponding with nodal deflections and rotations w_a, φ_{ya} and w_b, φ_{yb} , as seen in Fig.2.

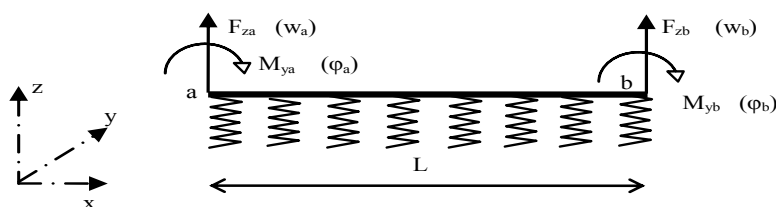


Fig.2 Member rested on elastic foundation

¹ Ing. Katarína Tvrdá, Ph.D., Slovak University of Technology, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Slovakia, +259274291, (katarina.tvrda@stuba.sk)

From boundary condition $w_a = -1, \varphi_a = 0, w_b = 0, \varphi_b = 0$ one may calculate the integration coefficients A_i and after their introducing into the equations of nodal forces and nodal bending moments we get the first column of the stiffness matrix for the member fixed on the both sides.

Similarly, we determine the second column of the stiffness matrix for the boundary conditions $w_a = 0, \varphi_a = 1, w_b = 0, \varphi_b = 0$. The third column of the matrix is on the basis of boundary conditions $w_a = 0, \varphi_a = 0, w_b = -1, \varphi_b = 0$ and the fourth column due to $w_a = 0, \varphi_a = 0, w_b = 0, \varphi_b = 1$.

The following derived matrix equation for the beam on elastic foundation has the form:

$$\begin{Bmatrix} F_{za}^0 \\ M_{ya}^0 \\ F_{zbb}^0 \\ M_{yb}^0 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \eta_1 & \eta_3 & -\eta_6 & \eta_4 \\ \eta_3 & \eta_5 & -\eta_4 & \eta_7 \\ -\eta_6 & -\eta_4 & \eta_1 & -\eta_3 \\ \eta_4 & -\eta_3 & -\eta_3 & \eta_5 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} w_a \\ \varphi_{ya} \\ w_b \\ \varphi_{yb} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \overline{F}_{za}^0 \\ \overline{M}_{ya}^0 \\ \overline{F}_{zb}^0 \\ \overline{M}_{yb}^0 \end{Bmatrix}, \quad (17)$$

where individual members are:

$$\begin{aligned} \eta_1 &= \frac{4EI_y}{L^3} \lambda^3 \frac{\sinh \lambda \cosh \lambda + \cos \lambda \sin \lambda}{\sinh^2 \lambda - \sin^2 \lambda}, \quad \eta_3 = \frac{2EI_y}{L^2} \lambda^2 \frac{\sinh^2 \lambda + \sin^2 \lambda}{\sinh^2 \lambda - \sin^2 \lambda} \\ \eta_4 &= \frac{4EI_y}{L^2} \lambda^2 \frac{\sinh \lambda \sin \lambda}{\sinh^2 \lambda - \sin^2 \lambda}, \quad \eta_5 = \frac{2EI_y}{L} \lambda \frac{\sinh \lambda \cosh \lambda + \cos \lambda \sin \lambda}{\sinh^2 \lambda - \sin^2 \lambda} \\ \eta_6 &= \frac{2EI_y}{L^3} \lambda^3 \frac{\sin \lambda \cosh \lambda + \cos \lambda \sinh \lambda}{\sinh^2 \lambda - \sin^2 \lambda}, \quad \eta_7 = \frac{2EI_y}{L} \lambda \frac{\sin \lambda \cosh \lambda + \cos \lambda \sinh \lambda}{\sinh^2 \lambda - \sin^2 \lambda} \end{aligned}$$

3 Conclusion

An analysis of frames and beams rested on elastic foundation is quite a frequent task. However, the stiffness matrix of a beam on elastic foundation can be quite easy incorporated into the calculation of the frames by using general matrix methods. Today, computers are usually already dealt with through such structures using FEM., as shown in Jančo [5] or Kormaníková and Kotrasová [7], [8].

Acknowledgements

The paper was supported by grant from Grant Agency of VEGA in Slovak republic No. 1/1186/12 and for the financial aid APVV 4th project EN-CZ-0028-11.

References

- [1] EISENBERGER, M., YANKELEVSKY, D. Z. Exact stiffness matrix for beams on elastic foundation. *Computers & Structures*. Great Britain, Pergamon Press Ltd., 1985, Vol.21, No.6, pp.1335-1359. ISSN 0045-7949/85
- [2] KOLLÁR, P., DJUBEKOVÁ, V. Ohyb a krútenie nosníkov premennej tuhosti na pružnom podloží. *Inženýrske stavby* 9 -1978. str. 437-445
- [3] FRYDRÝŠEK, K. *Nosníky a rámy na pružnom podloží*. Ostrava 2006, VŠB-Technická univerzita, ISBN 80-248-1244-4

POSTBUCKLING & ASPECT RATIO OF SLENDER WEB

POMĚR STRAN ŠTÍHLÉ STĚNY A JEHO VLIV NA POKRITICKÉ PŮSOBNÍ

Martin Psočný¹

Abstract

Postbuckling analysis of slender web loaded in compression is presented. The non-linear FEM equations are derived from the variational principle of minimum of total potential energy. To obtain the non-linear equilibrium paths, Newton-Raphson iteration algorithm is used. Peculiarities of the effect of the initial imperfections on load-deflection paths are investigated with respect to aspect ratio of the web. Special attention is focused on the postbuckling mode of the web.

Keywords

stability, postbuckling, geometric nonlinear theory, initial imperfection, aspect ratio

1 Introduction

Solving stability of the slender web, it is often insufficient to determine the elastic critical load, i.e. the load, when ideal web starts buckling. It is necessary to include initial imperfections of real web into solution and determine limit load level more accurately. The geometrically non-linear theory represents a basis for the reliable description of the post-buckling behaviour of the slender web. The result of the numerical solution represents a lot of the load versus displacement paths.

2 Illustrative examples

We assume a rectangular slender web simply supported along the edges (Fig. 1). L-D paths of nonlinear solution are presented, out of plane nodal displacements in *A* and *C* have been taken as the reference values.

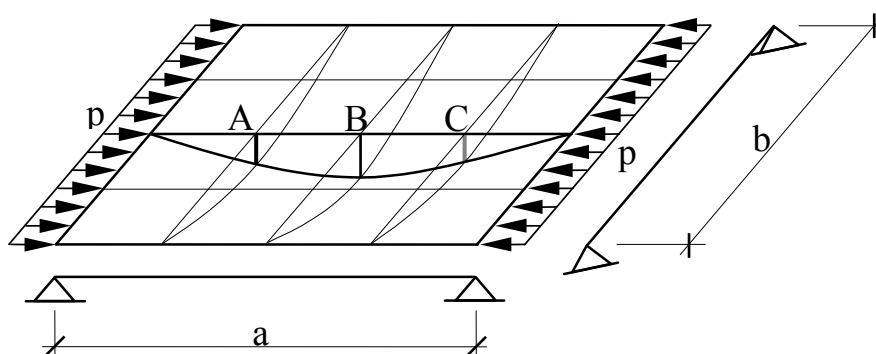


Fig. 1: Notations of the quantities of the slender web loaded in compression

Let us analyze nonlinear solution of steel slender web with aspect ratio $\alpha = 2$ ($a = 240$ mm, $b = 120$ mm and $t = 1$ mm). Solution of perfect web without initial geometrical

¹ Martin Psočný, Assoc. Prof., Ing., PhD., Department of Structural Mechanics, Slovak University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Slovakia, martin.psoctny@stuba.sk

imperfections is presented on Fig. 2, new L-D paths appear comparing to web with $\alpha = 1$. Paths for nodal displacements in A and C are not separated in the diagram. Some paths are doubled, the others overlap due to the symmetry of solution.

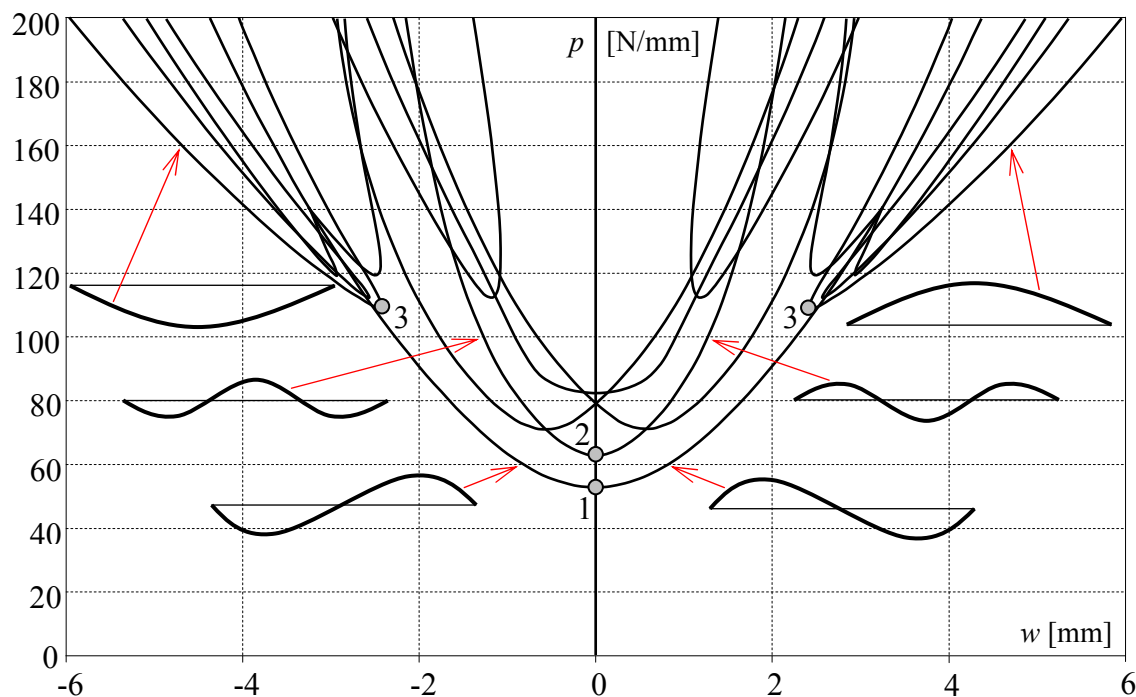


Fig. 2: Perfect web with aspect ratio $\alpha = 2$

As expected, we see that paths representing buckling in mode 2-1 emerge from the bifurcation point of the lowest load level (#1). Load level in bifurcation point #2 (paths emerging from this b.p. represent buckling in mode 3-1) is also lower than the load level in limit points #3 with paths representing buckling in basic mode 1-1. Sections through the buckling area on mentioned equilibrium paths are also depicted.

3 Conclusion

The influence of the mode of the initial geometrical imperfections for the postbuckling of the slender web is presented with respect to aspect ratio of this web. The result representing a lot of L-D paths is analyzed. A comprehensive analysis of the obtained solutions will be possible after supplementing the results of the value of total potential energy (as it was presented for square web in [1]).

Acknowledgements

Presented results have been arranged due to the research supported by the Slovak Scientific Grant Agency, project No. 1/0629/12.

References

- [1] PSOTNÝ, M. – RAVINGER, J.: Post-Buckling Behaviour of Imperfect Slender Web. *Engineering Mechanics*, Vol. 14, 2007, No. 6, p. 1-7. ISSN 1802-1484.
- [2] PSOTNÝ, M.: Pokritické pôsobenie štíhlej steny v závislosti na pomere strán a tvare začiatkovej imperfekcie. *New Trends in Statics and Dynamics of Buildings*, Bratislava, 2011, s. 83-86 (in Slovak).

DISIPATIVNÍ KOTVA S MOŽNOSTÍ PŘIZPŮSOBENÍ SE SEIZMICKÉ OBLASTI

DISSIPATIVE ANCHOR WITH POSSIBILITY OF ADJUSTMENT AGAINST SEISMIC AREA

Martin Wünsche¹

Abstrakt

Zatížení zemětřesením představuje výraznou složku zatížení pro návrh konstrukcí v seismicky aktivních oblastech. V rámci evropského projektu NIKER (New Integrated Knowledge based approaches to the protection of cultural heritage from Earthquake – induced Risk) byla vyvinuta disipativní kotva, která je schopna přizpůsobit se díky své konstrukci jakékoliv seismické oblasti. Její použití je proto vhodné v oblastech s vysokými požadavky na bezpečnost.

Klíčová slova

Zemětřesení, disipace energie, seismické zesilování.

Abstract

The earthquake represents a significant component of load for design of structures in seismically active regions. Within the framework of the European project NIKER (New Integrated Knowledge based approaches to the protection of cultural heritage from Earthquake – induced Risk) dissipative anchor has been developed which is able to adapt to any seismic area due to its design. Therefore, its use is appropriate in areas with high security requirements.

Keywords

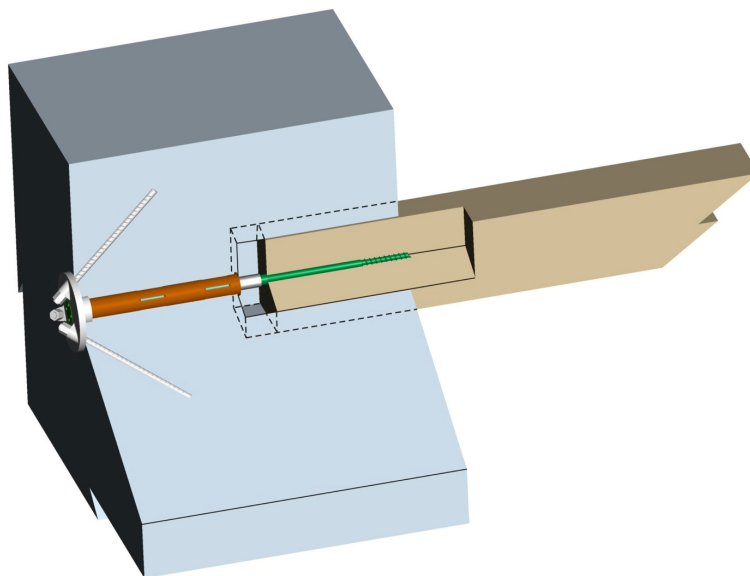
Earthquake, Energy dissipation, Seismic retrofitting.

1 Úvod

V laboratoři Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR v.v.i. byl v rámci evropského projektu NIKER (New Integrated Knowledge based approaches to the protection of cultural heritage from Earthquake – induced Risk) experimentálně proveden výzkum nově vyvinutého zařízení disipativní kotvy [1]. Technické řešení zajišťuje seismicky odolné spojení dřevěných stropních trámů s podporujícím zdivem. Zařízení je primárně určeno pro zvýšení odolnosti a zajištění integrity zděných budov s dřevěnými stropy při seismickém zatížení [2], [3] a pro jeho disipaci pomocí tření. Výhoda spočívá v možnosti aplikace na historické a památkově cenné objekty šetrnou montáží bez nutnosti rozebrání stropní nebo podlahové konstrukce a bez bourání zdiva.

¹ Ing. Martin Wünsche, Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i., Prosecká 709/76, 190 00 Praha 9, e-mail: wunsche@itam.cas.cz

Dále v možnosti nastavení („naladění“) systému pro danou seizmickou oblast a podle potřeby i v jeho rozměrové variabilitě a nízké pořizovací ceně.



Disipativní kotva a její umístění v konstrukci.

2 Závěr

Disipativní konstrukce a zařízení mají tu vlastnost, že se vyznačují značnou schopností pohlcování energie při dynamickém zatěžování. Tato vlastnost úzce souvisí se zvyšováním útlumu, který je závislý na chování mechanických spojů, v našem případě „naladění“ kotevního bodu, čili počtu třecích elementů v něm.

Znalosti dynamického chování těchto zařízení lze využít při odhadu zatížení [2], [3], které jsme schopni na konstrukci aplikovat, aby ještě nedošlo k jejímu porušení a zároveň jsme schopni dobře odhadnout jejich tzv. zbytkovou životnost.

Disipativní kotva, která je předmětem tohoto příspěvku a jejíž výzkum stále probíhá, by se bez velkých obtíží mohla instalovat do seizmicky aktivních oblastí jako nové opatření pro movité památky se značnou kulturní hodnotou, a to díky její účinnosti a šetrné aplikaci do konstrukce.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory evropského projektu NIKER (New Integrated Knowledge based approaches to the protection of cultural heritage from Earthquake – induced Risk). Registrační číslo projektu je 244123.

Literatura

- [1] D6.5 2010: Experimental Results on dissipative anchors; Deliverable 6.5, Project NIKER (Grand Agreement No.: 244123).
- [2] EN 1998-1:2004. Eurocode 8- Design of Structure for Earthquake Resistance. Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.
- [3] EN 1998-3:2005. Eurocode 8- Design of Structure for Earthquake Resistance. Part 3: Assessment and retrofitting of buildings.

LINEÁRNÍ A NELINEÁRNÍ ANALÝZA POHLCOVAČE VIBRACÍ NA ŠTÍHLÉ MOSTNÍ KONSTRUKCI BUZENÉ POHYBEM CHODCŮ

LINEAR AND NONLINEAR ANALYSIS OF THE TUNED MASS DAMPER
ON A SLENDER BRIDGE STRUCTURE EXCITED BY THE PEDESTRIANS

Tomáš Hanzlík¹

Abstrakt

Tato práce se zabývá návrhem a parametrickými studiemi pohlcovače vibrací působícího na štíhlé lávce zatížené pohybem chodců. Konstrukce s pohlcovačem je pro tyto účely analyzována ve zjednodušené podobě, na soustavě se dvěma stupni volnosti. Na tomto modelu jsou prováděny lineární a nelineární analýzy se zhodnocením citlivosti, účinnosti a polohy optima pro návrhové charakteristiky a další vlastnosti pohlcovače vibrací.

Klíčová slova

Zavěšená lávka, Ocelový most, Metoda konečných prvků, ANSYS, Prutový prvek, Zatížení chodci, Pohlcovač vibrací, Harmonická analýza, Nelineárně dynamická analýza, Soustava s dvěma stupni volnosti, Poměr frekvencí, Poměr hmot, Poměrný útlum pohlcovače vibrací, Parametrická studie, Nelineární tlumič, Nelineární pružina, Třecí prvek

Abstract

This paper describes the design and parametric studies of tuned mass damper acting on the slender bridge loaded by pedestrian movement. Construction of the tuned mass damper is analyzed for this purpose in a simplified form, the model with two degrees of freedom. This model is made linear and nonlinear analysis, evaluation of sensitivity, efficiency and position for optimum design characteristics and other properties of tuned mass damper.

Keywords

Cable-stayed footbridge, Steel bridge, Finite element method, ANSYS, Beam element, Pedestrian loading, Tuned mass damper, harmonic analysis, Nonlinear dynamic analysis, Model with two degrees of freedom, Frequency ratio, Mass ratio, Damp ratio of tuned mass damper, Parametric study, Nonlinear damper, Nonlinear spring, Slider

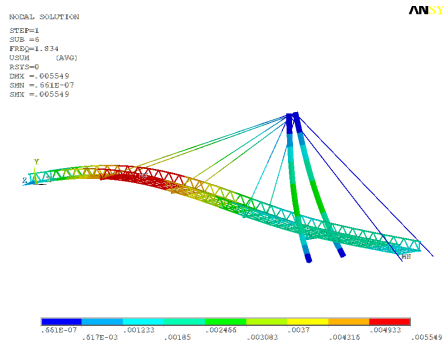
Úvod

V této práci je studován návrh a posouzení pohlcovače vibrací na štíhlé lávce, dynamicky zatížené pohybem chodců. Na vybrané konstrukci je předpokládáno použití pohlcovače vibrací za účelem výrazného omezení vibrací a zajištění tak požadovaného komfortu uživatelů. Analyzovanou konstrukcí je zavěšená ocelová lávka o rozpětí

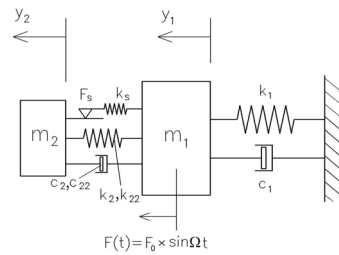
¹Ing. Tomáš Hanzlík, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky, 602 00 Brno, Veveří 331/95, hanzlik.t@fce.vutbr.cz

87,5 m, která je modelována metodou konečných prvků v programu ANSYS, převážně prutovými konečnými prvky.

Po provedení modální analýzy viz obr. 1 a získání potřebných výstupů je navrženo výchozí nastavení pohlcovače vibrací dle metodiky popsané v [8]. Za tímto účelem je konstrukce zjednodušena na hmotu a pružinu s jedním stupněm volnosti. Po přidání pohlcovače vibrací vznikne soustava se dvěma stupni volnosti použitá pro lineární i nelineární analýzy obr. 2.



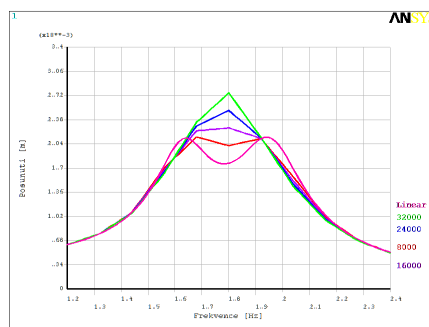
Obr. 1: Vlastní tvar kmitání



Obr. 2: Soustava s 2 stupni volnosti

Následně jsou prováděny parametrické studie při předpokladu linearity pomocí harmonické analýzy. Účelem je získat hodnoty kinematických a kinetických veličin odezvy v závislosti na návrhových charakteristikách pohlcovače vibrací. Součástí studií je také zhodnocení citlivosti a hledání optima pro návrhové charakteristiky.

Na závěr byly prováděny nelineárně dynamické výpočty s vyhodnocováním ustálené odezvy na soustavě doplněné o součásti s nelineárním chováním, kterými jsou třecí prvek, nelineární pružina a nelineární tlumič. Cílem je prozkoumat jak tyto součásti ovlivňují chování a účinnost pohlcovače vibrací optimálně navrženého na základě lineární analýzy, charakteristika pro nelineární tlumič viz obr. 3.



Obr. 3: Vztah veličiny odezvy a frekvence zatížení

MODEL UNCERTAINTY IN SHEAR RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE BEAMS WITHOUT SHEAR REINFORCEMENT

Miroslav Sýkora, Milan Holický¹

Abstract

The submitted contribution is focused on the model uncertainty related to shear resistance of reinforced concrete beams without shear reinforcement. Variation of the model uncertainty with basic variables is analysed for the section-oriented formula provided in EN 1992-1-1. Proposed probabilistic model of the model uncertainty consists of the lognormal distribution with a coefficient of variation of 0.15 and the mean value ranging from 0.9 to 1.05 for beams with light to heavy longitudinal reinforcement, respectively.

Keywords

Model uncertainty, shear resistance, reinforced concrete.

1 Introduction

Previous studies indicated that structural resistances can be predicted by appropriate modelling of material properties, geometry variables and uncertainties associated with an applied model. In particular improvements in description of model uncertainties are still needed. Accurate prediction of the shear resistances of reinforced concrete members is difficult due to the uncertainties in the shear transfer mechanism. The submitted study is aimed at the model uncertainties of the shear resistance of beams without shear reinforcement.

2 Uncertainties related to the model provided in EN 1992-1-1

The model uncertainty should be always clearly associated with an assumed resistance model. In this contribution uncertainties related to the basic resistance model provided in EN 1992-1-1 for beams without shear reinforcement are assessed.

Researchers at the University of Stellenbosch collected a database of 184 tests of beams without shear reinforcement. The database covers a wide range of beams with low to medium concrete strengths; and small, ordinary and large effective depths. Lightly, moderately and heavily reinforced beams are included. Sample characteristics of the model uncertainty θ obtained by the statistical evaluation of the database are given in Tab. 1. Statistical analysis reveals that the longitudinal reinforcement ratio has the most significant influence on θ and it is advisable to distinguish different levels of the reinforcement. Statistical testing of outliers is conducted to exclude measurements tested under significantly different conditions or affected by an error. Fig. 1 shows variation of the model uncertainty with the reinforcement ratio.

¹ Ing. Miroslav Sýkora, Ph.D., Prof. Ing. Milan Holický, Ph.D., DrSc. Czech Technical University in Prague, Klokner Institute, Department of Structural Reliability, Solinova 7, 16608 Prague, Czech Republic, miroslav.sykora@klok.cvut.cz, milan.holicky@klok.cvut.cz

Description of the sample	Mean	Coefficient of variation
Whole database, sample size $n = 182$	0.99	0.13
Lightly reinforced beams ($0.14 \leq \rho_l \leq 1\%$), $n = 35$	0.89	0.13
Moderately reinforced beams ($1 < \rho_l \leq 2\%$), $n = 63$	0.98	0.12
Heavily reinforced beams ($2\% < \rho_l$), $n = 84$	1.04	0.12

Tab. 1: Sample characteristics of the model uncertainty

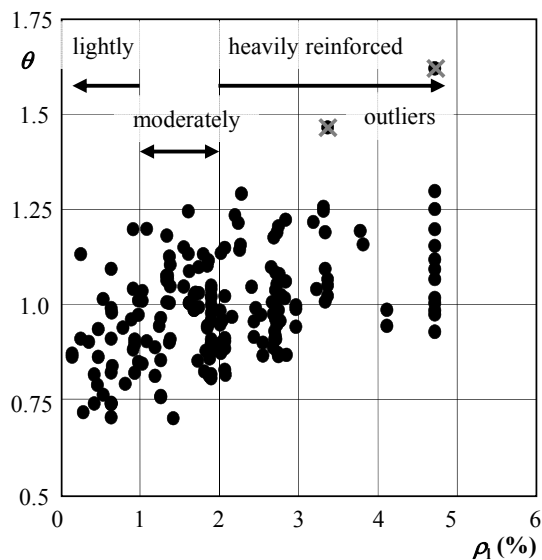


Fig. 1: Variation of θ with ρ_l for the whole database

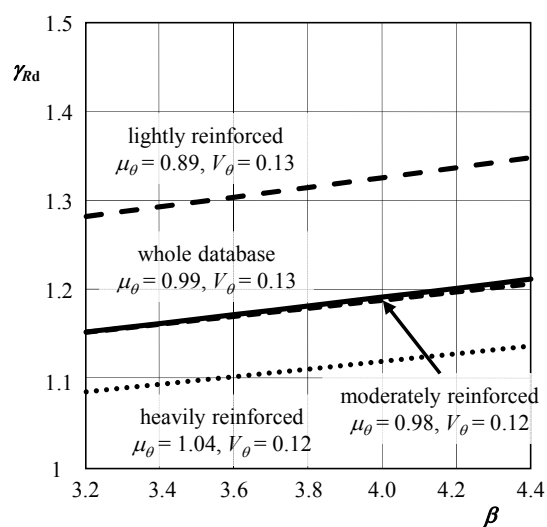


Fig. 2: Variation of partial factor γ_{Rd} with β

3 Model uncertainty factor for deterministic reliability verifications

For deterministic reliability verifications EN 1990 introduces the partial factor γ_{Rd} to describe the uncertainty associated with the resistance model. Assuming the probabilistic models for θ given in Tab. 1, variation of γ_{Rd} , based on the design value method, with the target reliability β is indicated in Fig. 2.

4 Concluding remarks

The following conclusions are drawn from the present study focused on the model uncertainties in shear resistance of beams without shear reinforcement:

- Longitudinal reinforcement ratio influences the mean of the model uncertainty and its differentiation for lightly, moderately and heavily reinforced beams is advisable.
- As a first approximation uncertainties related to the section-oriented model provided in EN 1992-1-1 can be described by the lognormal distribution with a coefficient of variation of about 0.15 and the mean values of 0.9, 1.0 and 1.05 for beams with light, moderate and heavy longitudinal reinforcement, respectively.

Acknowledgements

This study is an outcome of the research project P105/12/2051 supported by the Czech Science Foundation.

MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ NÍZKOTEPLTNÍ OXIDACE V UHELNÉ SKLÁDCE DOLU LAZY V ORLOVÉ

MODELLING LOW TEMPERATURE OXIDATION OF COAL INSIDE STOCKPILED
COALS OF THE MINE LAZY IN OSTRAVA-ORLOVÁ

Vladimíra Michalcová¹, Zdeněk Michalec²

Abstrakt

V článku je řešena problematika nízkoteplotní oxidace uhlí v uhelné skládce dolu Lazy v Orlové pomocí komerčního CFD softwaru ANSYS-Fluent. Za tímto účelem byl vytvořen jednofázový 2D matematický model rozvoje nízkoteplotní oxidace v uhelné skládce umístěné v atmosférické mezní vrstvě. Proudění uvnitř porézní skládky je považováno jako laminární, zatím co v atmosférické mezní vrstvě jako turbulentní. Hlavní pozornost je zaměřena na vliv proudění v atmosférické mezní vrstvě na rozvoj nízkoteplotní oxidace uhlí uvnitř skládky při její různé geometrii a míry zhutnění uhlí.

Klíčová slova

CFD, nízkoteplotní oxidace uhlí, atmosférická mezní vrstva.

Abstract

A commercial CFD software programme, ANSYS-Fluent, was used to study the low temperature oxidation of coal inside stockpiled coals of the Mine Lazy in Ostrava-Orlová. Two dimensional, single-phase models of the low temperature oxidation of coal inside stockpiled coals in the atmospheric boundary layer has been developed. A flow inside porous stockpiled coals is laminar and a flow in the atmospheric boundary layer is turbulent. Main attention is focus on influence of flowing in the atmospheric boundary layer on development of low temperature oxidation of coal inside stockpiled coals at various condition of its geometry and porosity.

Keywords

CFD, the low temperature oxidation of coal, atmospheric boundary layer.

1 Popis úlohy

Práce navazuje na úlohu, ve které bylo na základě fyzikálního experimentu testováno matematické modelování nízkoteplotní oxidace uhlí v laboratorních podmínkách. Článek popisuje řešení nízkoteplotní oxidace uhlí v konkrétní uhelné skládce dolu Lazy v Orlové, která je vystavena povětrnostním podmínkám.

Modelování rozvoje nízkoteplotní teplotní oxidace v uhelné skládce je velmi složitý proces, který se neobejde bez řady zjednodušení. Na jedné straně stojí měření oxidační

¹ Ing. Vladimíra Michalcová, Ph.D., VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 326, e-mail: vladimira.michalcova@vsb.cz.

² Ing. Zdeněk Michalec, Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. Studentská 1768, Ostrava Poruba tel.: (+420) 596 747 017, e-mail: michalec@ugn.cas.cz.

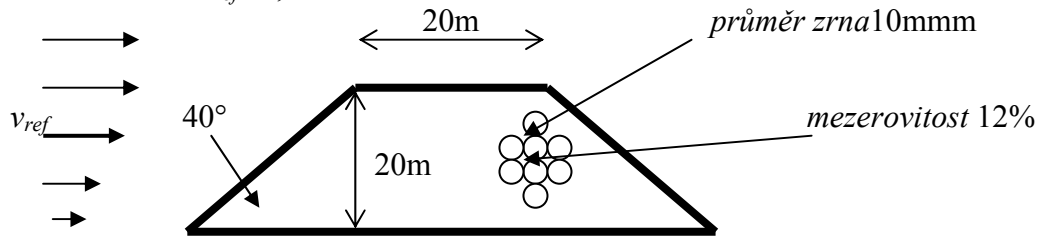
schopnosti uhlí v laboratorních podmínkách a jejich transformace do reálného prostředí a na druhé straně výskyt turbulentního proudění v atmosférické mezní vrstvě.

Z pohledu časové náročnosti výpočtu byl pomocí komerčního programu ANSYS-Fluent vytvořen nestacionární jednofázový 2D matematický model rozvoje nízkoteplotní oxidace v uhelné skládce dolu Lazy umístěné v atmosférické mezní vrstvě. Proudění uvnitř skládky je považováno jako laminární a v atmosférické mezní vrstvě jako turbulentní. Hlavní pozornost je zaměřena na vliv proudění v atmosférické mezní vrstvě na rozvoj nízkoteplotní oxidace uhlí uvnitř skládky při její různé geometrii a míře zhutnění uhlí.

Základní průřez skládky byl definován výškou 20metrů, horní hranou o délce 20metrů a sklonem bočního svahu 40°. Předpokládaná výchozí mezerovitost skladovaného uhlí byla stanovena 12% (Obr. 1). Postupně byly měněny výška skládky, sklon svahu i mezerovitost a byl zkoumán vliv těchto změn na nárůst teploty uvnitř skládky.

Převládající JZ proudění

střední hodnota $v_{ref}=3,54\text{m/s}$



Obr. 1: Základní nastavení výpočtů

Výpočty proudění větru v okolí byly provedeny RNG $k-\varepsilon$ modelem. Pro výpočet chemických reakcí uvnitř skládky byl použit jednofázový matematický model laminárního proudění plynů porézním prostředím, který je popsán v plném znění na CD.

Ze získaných meteorologických dat byl vyhodnocen nejčastější 35% jihozápadní směr, což v reálu představuje kolmý směr na podélnou osu skládky. Průměrná hodnota referenční rychlosti v daném směru ve výšce 10metrů nad terénem byla z meteorologických dat spočítána $v_{ref}=3,54\text{ms}^{-1}$ a následně použita v numerických simulacích. Rychlostní profil větru byl definován mocninným vztahem odpovídajícím danému terénu v okolí skládky.

2 Závěr

Matematické modelování se ukázalo jako účinný nástroj řešení této problematiky. Výpočty byl prokázán významný vliv zhutňování skládky na snížení rizika samovznícení uhlí. Z pohledu tvaru skládky má rozhodující vliv sklon svahu. Při jeho nárůstu se zrychluje proces nízkoteplotní oxidace. Při snižování výšky skládky nevznikl výrazný rozdíl v časovém intervalu pro možný vznik záparu.

Literatura

Seznam použité literatury v plném znění článku na CD.

NUMERICKÁ ANALÝZA VODOROVNÉ TUHOSTI VÍCEPDLAŽNÍHO DŘEVĚNÉHO SKELETU

NUMERICAL ANALYSIS OF HORIZONTAL STIFFNESS OF MULTI-STOREY TIMBER
FRAME

David Mikolášek¹, Jiří Brožovský²

Abstrakt

Cílem tohoto příspěvku je analýza vodorovné tuhosti dřevěného skeletu vícepodlažní administrativní budovy. Jedná se o pěti podlažní objekt. Motivací k této srovnávací studii je skutečnost, že v rámci spolupráce VŠB-TUO, Fakulty stavební a dřevařským Moravskoslezským klastrem byla navržena pěti podlažní administrativní budova pro komerční účely.

Klíčová slova

Lepené lamelové dřevo, prokluz, tuhost, SCIA, skelet, 3D modely, skořepina.

Abstract

The aim of this paper is an analysis of horizontal stiffness of timber frame multi-storey office building. It is a five storey building. The motivation for this comparative study is that in the cooperation of the Faculty of Civil Engineering of VSB-TU of Ostrava and the MSDK syndicate it was proposed an experimental five storey office building. In this paper an alternative bearing system of the building is studied.

Keywords

Glued laminated timber, slip, stiffness, SCIA, skeleton, 3D models, shell.

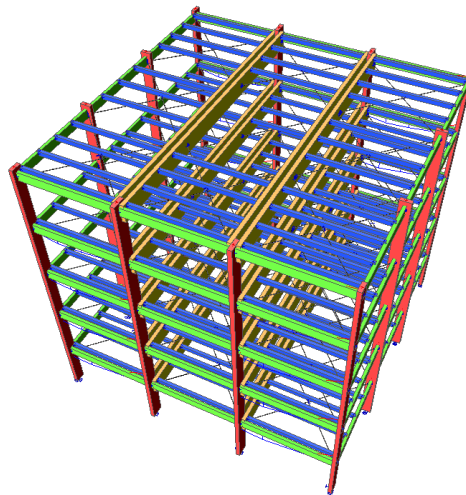
1 Úvod

V návrhu administrativní budovy Moravskoslezského klastru a VŠB-TUO Ostrava, Fakulty stavební jde o nosný systém stěnový, kde hlavní nosnou konstrukci tvoří sloupky opláštěné plošnými deskami, které tvoří se sloupky stěnové dílce. Tyto stěny zajišťují spolu se stropní konstrukcí, která je vytvořena obdojným systémem, prostorovou stabilitu.

V tomto článku byl analyzován nosný systém na bázi dřevěného skeletu. Rozdíl mezi stěnovým a skeletovým systémem je velký, jak ve velikosti a směru kotvicích sil, tak v lokálních tuhostech spojů a globální tuhosti konstrukce. Oba systémy jsou v praxi používány. Skeletové systémy vykazují vyšší míru volnosti v dispozici, ale mohou být méně tuhé než stěnové systémy vícepodlažních staveb.

¹ Ing. D. Mikolášek, VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Poděště 1875, CZ 708 33, Ostrava-Poruba tel. (+420) 597 321 391, e-mail david.mikolasek@vsb.cz

² doc. Ing. J. Brožovský PhD., VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Poděště 1875, CZ 708 33, Ostrava-Poruba tel. (+420) 597 321 321, e-mail jiri.brozovsky@vsb.cz



Obr. 1: Schéma geometrie konstrukce a 3D pohled letecká perspektiva

2 Závěr

Po analýze numericky získaných výsledků se dá konstatovat, že vícepodlažní budova s dřevěným lepeným lamelovým skeletem je méně tuhá (pokud zahrneme prokluzy ve spojích a výpočet podle teorie druhého řádu), což sebou nese vyšší deformace pro 2.M.S. Tento výsledek není překvapující, spíše jde nalezení řešení dovyztužení, popřípadě kombinaci více prvků různých materiálů a systémů pro zvýšení tuhosti dřevostaveb. Zde uvedený výsledek slouží jen jako podklad pro srovnání těchto dvou systémů (dřevěný skelet a stěnový systém – MSDK a FAST). Do budoucna je připravován model této konstrukce se stěnovými dílci, tak aby bylo možné numericky naladit a posoudit oba tyto modely. U obou konstrukcí je vhodné, ne-li přímo žádoucí provést alespoň dílčí fyzikální testy přípojů a částí konstrukce.

Poděkování

Práce byly podporovány ze státního rozpočtu České Republiky v rámci projektu Studentské grantové soutěže VŠB-TU Ostrava. Registrační číslo projektu je SP2012/99.

Literatura

- [1] ČSN 73 1702 mod DIN 1052:2004 Navrhování, výpočet a posouzení dřevěných stavebních konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: ČNI. 2007. 174s.
- [2] Komatsu, K., Harada, M., Yamanaka, Y., Inoue, T. Development of glulam moment-resisting joints for multi-storey timber buildings., In PTEC 94,11-15.7.1994, 1994.
- [3] JOHANSSON, H. *Plug Shear Failure in Nailed Timber Connections - Avoiding Brittle and Promoting Ductile Failures*. Doctoral thesis, Div. of Timber Structures, Luleå University of Technology, 2004:03.

ZKOUŠENÍ STATICKY NEURČITÉ RÁMOVÉ KONSTRUKCE ZA POŽÁRU

EXPERIMENT ON INDETERMINATE FRAME DURING FIRE

Lenka Lausová¹, Pavlína Matečková², Martin Krejsa³

Abstrakt

V příspěvku je popsáno zkoušení staticky neurčitě ocelové rámové konstrukce vystavené účinku požáru. Cílem experimentu bylo zatěžovat rám rostoucí teplotou a současně měřit vznikající deformace pomocí odporových tenzometrů ve vybraných místech na konstrukci. Výsledky měření byly vyhodnoceny a porovnány s řešením přírůstkovou metodou a rovněž s výsledky MKP výpočtů. Experiment byl proveden v tepelně technické komoře na Fakultě bezpečnostního inženýrství, na měření se podíleli pracovníci SIMD a FEI.

Klíčová slova

Staticky neurčitá konstrukce, požár, experiment.

Abstract

This paper describes an experiment in the technical fire chamber on a symmetric statically indeterminate steel frame during fire. Some chosen places of the frame under growing temperature were measured by the strain gages and the results were compared to calculations in Excel and to FEM solving.

Keywords

Indeterminate frame, fire, experiment.

1 Úvod

Ocelové prvky konstrukce vystavené účinku požáru lze řešit zjednodušeně pomocí tabulek a grafů [1], [2] nebo lze použít návrhové postupy, které jsou popsány v [3]. Tímto způsobem se v současné době zpravidla provádí analýza samostatných prvků konstrukce (nosník, sloup) nebo analýza přípojů. U složitých konstrukcí není jednoduché provést kontrolní porovnání numerických výpočtů, protože zjednodušeně lze počítat pouze prvky konstrukce. Globální analýza části nebo celé konstrukce se provádí méně často, je složitější a je k ní zapotřebí větší množství vstupních údajů.

Při teplotách nosníku nad 350°C klesá výrazně modul pružnosti v tahu požárně nechráněných ocelových nosníků, čímž rapidně klesá tuhost [4]. Podobně klesá

¹ Lenka Lausová, VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33, Ostrava-Poruba, e-mail: lenka.lausova@vsb.cz

² Pavlína Matečková, VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33, Ostrava-Poruba, e-mail: pavlina.mateckova@vsb.cz

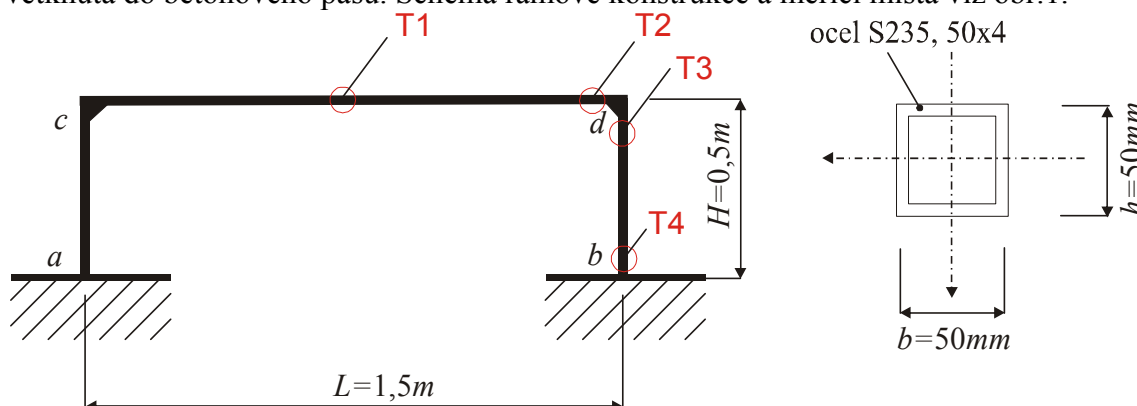
³ Martin Krejsa, VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33, Ostrava-Poruba, e-mail: martin.krejsa@vsb.cz

s nárůstem teploty také mez kluzu. U staticky neurčitých konstrukcí se začnou vytvářet tzv. plastické klouby až do vzniku mechanismu.

Pro experiment byla vybrána jednoduchá staticky neurčitá nechráněná ocelová rámová konstrukce viz obr. 1. Cílem bylo zatěžovat rám rostoucí teplotou a současně měřit vznikající deformace pomocí odporových tenzometrických snímačů ve vybraných místech na konstrukci. Výsledky měření byly vyhodnoceny a porovnány se zjednodušeným řešením pomocí přírůstkové metody a také s výsledky MKP výpočtů.

2 Experiment

Pro experiment byla zvolena symetrická ocelová rámová konstrukce oboustranně vetknutá do betonového pásu. Schéma rámové konstrukce a měřící místa viz obr.1.



Obr. 1: Schéma řešené konstrukce a měřící místa

Byla vyhodnocena napětí na vnitřní straně rámu. Pro teplotu 300°C byla prokázána podobnost výsledků dosažených výpočtem a experimentem. Pro potvrzení měřených hodnot by bylo vhodné experiment opakovat a přidat pro porovnání s tímto měřením mechanické zatížení na rám. Pro využití plastického chování materiálu by bylo zapotřebí dosáhnout v komoře teplot minimálně 600°C, což bude předmětem dalšího zkoumání.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory ze státních prostředků v rámci schváleného Specifického výzkumu. Registrační číslo projektu je SP2012/100

Literatura

- [1] ČSN ENV 1993-1-2. Navrhování ocelových konstrukcí. Obecná pravidla. Navrhování konstrukcí na účinky požáru.
- [2] ČSN EN 1991-1-2. Zatížení konstrukcí. Obecná zatížení. Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru. ČSNi, Praha 2004.
- [3] WALD, F. a kolektiv. *Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí*. ČVUT Praha, 2005. ISBN 80-01-03157-8.
- [4] BEDNÁŘ, J., JÁNA, T., WALD, F. *Částečně chráněný strop při požární zkoušce ve Veselí n.L.*. Konstrukce, 2012, květen. ISSN 1803-8433.
- [5] KALLEROVÁ, P., WALD, F., SOKOL, Z., ZÍMA, P., DRDÁČKÝ, M. *Požární zkouška na objektu*, Konstrukce, 2007, č.4. ISSN 1213-8762.
- [6] WALD, F., JÁNA, T., HOROVÁ, K. *To demonstration fire tests, Design of joints to composite columns for improved fire robustness*. Česká technika nakladatelství ČVUT, 2011. ISBN 978-80-01-04871-9.

PŘÍPRAVA ZKOUŠEK DEFORMAČNÍCH CHARAKTERISTIK SLAMĚNÝCH BALÍKŮ

PREPARATION OF THE STRAW BALE MECHANICAL PROPERTIES TESTING

Petr Konečný¹, Jiří Teslík² a Michal Hamala³

Abstrakt

Příspěvek popisuje možnost využití slaměných balíků v obvodovém plášti stavebních konstrukcí se zaměřením na přípravu testování mechanických vlastností „konstrukční“ slámy. V práci jsou porovnána data z literatury s hodnotou modulu pružnosti získanou z přípravné sady zkoušek deformačních charakteristik slaměných balíků.

Klíčová slova

Slaměný balík, laboratorní zkoušení, mechanické vlastnosti, deformace, modul pružnosti.

Abstract

Paper describes possible application of straw bales for building envelope. It is focused on the preparation of structural straw bale mechanical properties testing. Paper compares literature source with the modulus of elasticity computed from the initial set of testing.

Keywords

Straw bale, laboratory measurement, mechanical properties, deformation, modulus of elasticity.

1 Úvod

Příspěvek se zabývá přípravou zkoušek deformačních charakteristik slaměných balíků. Práce je zaměřena na ověření postupu pro zkoušení modulu pružnosti slaměných balíků použitelných jako součást nosné konstrukce obvodového pláště, s cílem získat představu o velikosti modulu pružnosti slaměného balíku.

Slaměné balíky se ve stavebnictví začínají využívat jako výplňový a tepelně izolační materiál. Mohou být ovšem využity i jako nosná stěnová konstrukce (viz. [3] a [2]). Pro stavbu nosných stěn se slaměné balíky dají použít i jako klasický kusový stavební materiál, který se vyztučuje



Obr. 1: Vyzázení rohu stěny ze slámového balíku



Obr. 2: Předepnutí stěny ze slámového balíku

¹ Petr Konečný, Ing., Ph.D., VŠB – TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, petr.konecny@vsb.cz;

² Jiří Teslík, Ing., VŠB – TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra pozemního stavitelství, jiri.teslik@vsb.cz;

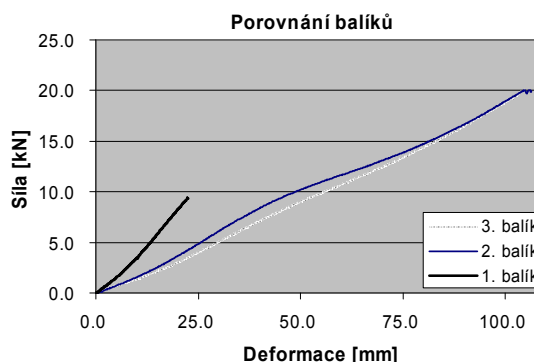
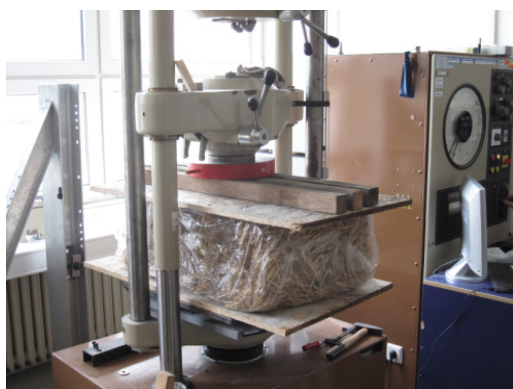
³ Michal Hamala, Ing., VŠB – TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra pozemního stavitelství, michal.hamala@vsb.cz;

kleštinovým věncem v úrovni stropu. Příklady využití slaměných balíků pro nosnou konstrukci stěny jsou uvedeny na Obr. 1 a Obr. 2.

V plném textu na příloženém CD-ROM jsou popsány konstrukční systémy používané pro stavby ze slámy. Dále jsou porovnána data z počátečního měření deformačních charakteristik s daty získanými z literatury [3] a [1].

2 Výsledky

Po prvních zkouškách třech slaměných balíků v lisu EU 40 Laboratoře stavebních hmot Fakulty stavební VŠB-TU Ostrava byl zjištěn modul pružnosti u prvního balíku cca. 340 kPa. zatímco u druhého a třetího balíku 170 kPa.



Obr. 3: Slaměný balík ve zkušebně (vlevo), pracovní diagramy měřených slaměných balíků (vpravo)

3 Závěry

Příspěvek popisuje přípravu zkoušek modulu pružnosti slaměných balíků, které jsou použitelné jako součást nosné konstrukce obvodového pláště. Je ukázáno, že použitá konfigurace postačí pro zatížení zvolených slaměných balíků do 30 kN.

Získané počáteční hodnoty modulu pružnosti budou dále upřesněny následující sadou experimentů. Tyto hodnoty řádově odpovídají výsledkům publikovaným v [1], přičemž se rozcházejí s výsledky dostupnými v odborné literatuře.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory ze státních prostředků prostřednictvím Ministerstva školství a tělovýchovy ČR. Registrační číslo projektu je SP2012/185.

Literatura

- [1] Ashour, T., Georg, H., Wu, W. Performance of straw bale wall: A case of study, *Energy and Buildings*, Volume 43, Issue 8, August 2011, Pages 1960–1967. ISSN: 0378-7788, DOI: 10.1016/j.enbuild.2011.04.001.
- [2] *California Straw Bale Code*. Dostupné on-line: < http://www.dcat.net/resources/California_Straw_Bale_Code.pdf >, 1995, s. 9.
- [3] MINKE, G., MAHLKE, F. *Stavby ze slámy*, Hel, 2009, ISBN: 978-80-86167-31-2.

POROVNÁNÍ REZERVY SPOLEHLIVOSTI URČENÉ POLOPRAVDĚPODOBNOSTNÍM A PLNĚ PRAVDĚPODOBNOSTNÍM VÝPOČTEM

COMPARISON OF THE SAFETY MARGIN OBTAINED USING SEMI- PROBABILISTIC AND FULLY-PROBABILISTIC APPROACH

Dalibor Chrápek¹

Abstract

Even though the semi-probabilistic approach has nowadays been the most extensively used and still prevailing approach among civil engineers, there is also a very good reason for inclination to shifting one's focus towards fully-probabilistic methods. The reason is self-evident. Calculation using partial safety factors (integral part of semi-prob. approach) does not reflect real structure response to such an extent and accuracy as do calculations performed using the approach of fully-probabilistic nature. This paper points out differences in results when carrying out both of these methodologies.

1 Úvod

Projektanti neustále řeší problém, kdy se snaží, aby jimi navržený systém nebyl poddimenzovaný, ale také aby nebyl nadměrně předimenzovaný, a to především z důvodů ekonomických, které se stávají čím dál více nezanedbatelným faktorem při navrhování a projektování budov.

A právě zde se v posledních letech dostává do popředí navrhování dle plně pravděpodobnostního přístupu. Důvody jsou např. následující:

- 1) Dílčí součinitelé spolehlivosti (polopravděpodobnostní návrh) nemohou kvůli své omezené povaze vystihnout rozdílnosti mezi všemi činiteli, které do výpočtu vstupují a které mají náhodný charakter.
- 2) Dosud nejrozšířeněji používaný návrh s dílčími součiniteli spolehlivosti nezohledňuje náhodnost či variabilitu velké většiny vstupních veličin.
- 3) Velice často teoretický výpočet neodpovídá experimentu, který byl proveden. Plně pravděpodobnostní přístup tento nedostatek z velké části odstraňuje už jenom proto, že náhodnost vstupních veličin používaná při této metodice navrhování vychází právě z provedených experimentů a z dlouhodobého měření a statistického vyhodnocování všech aspektů, které do výpočtu vstupují.

2 Předmět výpočtu

Analýze byl podroben třikrát staticky neurčitý rám, vystaven zatížením proměnným i stálým.

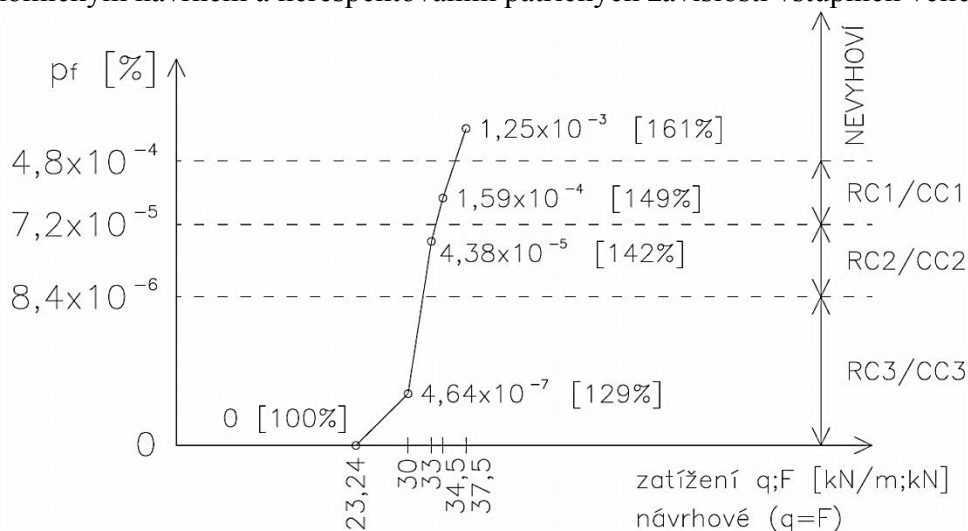
¹ Ing. Dalibor Chrápek, VŠB TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ostrava – Poruba, Ludvíka Podéště 1875, dalibor.chrapek@seznam.cz

Posudek byl proveden v tabulkovém procesoru Microsoft Excel a pro účely plně pravděpodobnostního posudku v programu ProbCalc zalgoritmizován v dynamické knihovně pomocí programu Borland Delphi 7.

Program ProbCalc pracuje s využitím metody Přímého optimalizovaného pravděpodobnostního výpočtu, jejíž podstatu lze najít např. v práci [1] (tehdy však pod jiným názvem, avšak se zcela stejnou podstatou). S prostředím programového prostředí softwaru ProbCalc je možno se seznámit např. v práci [2].

3 Závěr

Z provedených výpočtů (přiložený graf shrnuje výsledky) lze konstatovat: „Při posudku podle polopravděpodobnostního přístupu byly výsledky méně příznivé než při posudku plně pravděpodobnostního. V rámci provedeného porovnání by tak při použití první metodiky výpočet zajišťoval konstrukci bezpečnější, za což je ale třeba zpravidla zaplatit neekonomickým návrhem a nerespektováním patřičných závislostí vstupních veličin.



Grafické shrnutí dosažených výsledků (hodnoty v hranatých závorkách uvádějí vytížení posuzovaných průřezů při použití polopravděpodobnostního přístupu)

Poděkování

Práce byly podporovány z prostředků koncepčního rozvoje vědy, výzkumu a inovací pro rok 2012 přidělených VŠB-TU Ostrava Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

- [1] Janas, P., Krejsa, M., Krejsa, V. *Using the Direct Determined Fully Probabilistic Method for determination of failure*. In Proceedings of the European Safety and Reliability Conference, Esrel 2009. 7-10 september 2009, Prague. Reliability, Risk and Safety: Theory and Applications – Briš, Guedes Soares & Martorell (eds), 2010 Taylor & Francis Group, London. pp 1467-1474 (8 p). ISBN 978-0-415-55509-8 (set of 3 volumes + CD-ROM).
- [2] JANAS, Petr, Martin KREJSA a Vlastimil KREJSA. *Software Package Probcalc from the Point of View of a User: Transactions of the VŠB – Technical University of Ostrava* [online]. No.1, Vol.X, Civil Engineering Series, paper #10. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, 2010, 11 s.

NUMERICKÉ MODELOVÁNÍ SVAŘOVANÉHO STYČNÍKU Z PROFILŮ RHS A HEA

NUMERICAL MODELING OF JOINT CONSISTING RHS AND HEA PROFILES

Anežka Jurčíková¹, Miroslav Rosmanit², Vít Křivý³

Abstrakt

Předmětem této práce je modelování styčnicku tvořeného RHS mezipásovými pruty a dolním pásem z HEA profilu. Zvolený styčník vychází z příkladu z praxe a je výjimečný tím, že se odchyluje od geometrických podmínek udávaných Eurokódem. Cílem práce je vystihnout vytvořeným modelem skutečné chování takového styčnicku a následné porovnání tohoto chování s tím, které bychom očekávali na základě normových vztahů.

Klíčová slova

Příhradová konstrukce, N-styčník, MKP, RHS, HEA.

Abstract

The subject of this paper is modeling a joint consisting of RHS web braces and an HEA profile bottom chord. Such a type of joint is based on a practical example, and its exceptional feature is a deviation from the geometric conditions given by Eurocode. Our goal is, for the model we create, to fit the actual behavior of this type of joint, as well as a comparison of such behavior with that expected on the basis of standardized formulas.

Keywords

Lattices structure, N-joint, FEM, RHS, HEA.

1 Úvod

V praxi se často objevují požadavky na ověření chování styčnicků, které nevyhovují omezením daných Eurokódem a nelze je tedy přesně posuzovat na základě normových vztahů pro výpočet únosnosti styčnicků. Pro tuto práci jsme vybrali příklad z praxe - zastřešení tvořené ocelovým příhradovým vazníkem s pásy z HEA profilů a s RHS mezipásovými pruty. Na této konstrukci je použitý styčník, který vybočuje z mezí, které udává Eurokód pro použití základních vzorců pro výpočet únosnosti takového styčnicku. Konkrétně jde o úhel napojení tažené diagonály na spodní pás, který je menší než 30°.

Cílem této práce bylo posoudit, zda chování takového styčnicku, který nazapadá do rozsahu použití normových vztahů, bude přesto odpovídat tomu, co udává norma.

¹ Ing. Anežka Jurčíková, Katedra stavební mechaniky, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 391, e-mail: anezka.jurcikova@vsb.cz.

² Ing. Miroslav Rosmanit, Ph.D., Katedra konstrukcí, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 398, e-mail: miroslav.rosmanit@vsb.cz.

³ Ing. Vít Křivý, Ph.D., Katedra konstrukcí, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 363, e-mail: vit.krivy@vsb.cz.

2 Základní údaje o řešeném N styčnicku

Pro styčnick, který je předmětem řešení této práce, jsme uvažovali dvě návrhové situace – nejdříve s výztuhou umístěnou jen pod tlačенou svislicí a poté s výztuhou také pod taženou diagonálou. Geometrie styčnicku je vidět na Obr.2.



Obr. 2. Geometrie N styčnicku pásu z HEA profilu a RHS mezipásových prutů
(a) První návrhová situace; (b) Druhá návrhová situace.

3 Výsledky modelování

Rozpracovány byly celkem čtyři modely:

- styčnick s výztuhou pouze pod tlačенou svislicí, zatížený jen tahovou silou v diagonále
- styčnick s výztuhou pouze pod tlačенou svislicí, zatížený tahovou silou v diagonále a v dolním pásu
- styčnick s výztuhou pod tlačенou svislicí i taženou diagonálou, zatížený jen tahovou silou v diagonále
- styčnick s výztuhou pouze pod tlačенou svislicí i taženou diagonálou, zatížený tahovou silou v diagonále a v dolním pásu

Kromě průběhů napětí jsme na modelech sledovali také závislost svislé deformace (u_y) středu pásnice na deformaci okraje pásnice HEA profilu a to ve dvou řezech - pod hranou připojené diagonály a blízko jejího středu (tedy v blízkosti druhé výztuhy).

4 Závěr

Podařilo se vytvořit numerický model, který vystihuje předpokládané chování styčnicku. Jedním ze závěrů této práce je, že na samotnou únosnost styčnicku nemá významný vliv, zda zatěžujeme pouze taženou diagonálu, nebo také spodní pás. Významný rozdíl je zde pouze ve výsledných hodnotách deformací, což je v souladu s principem výpočtu únosnosti takového styčnicku dle EC3.

Dále výsledky získané sledováním deformací dvojice bodů pásnice HEA profilu naznačují, že ač styčnick svou geometrií nespadá do mezí daných Eurokódem, jeho chování a únosnost se předpokladům této normy velice blíží. Předpokládaným způsobem poruchy je *porušení mezipásového prutu*. U modelu se dvěma výztuhami by se však porucha, která u numerického modelu nastala, dala klasifikovat spíše jako *porušení pásu smykem*. Tento problém si vyžaduje ještě další, podrobnější modelování.

Poděkování

Příspěvek byl realizován za finanční podpory projektu MŠMT číslo SP2012/135 (Studentská grantová soutěž VŠB - TUO).

ANALÝZA NUMERICKÉHO MODELU DŘEVĚNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE S OCELOVÝM POLORÁMEM

ANALYSIS OF THE NUMERICAL MODEL OF WOOD BRIDGE CONSTRUCTION
WITH STEEL FRAME

Veronika Čecháková¹, Miroslav Rosmanit², Roman Fojtík³

Abstrakt

Předmětem výzkumu je dřevěný most, který přemostuje Baťův kanál v obci Huštěnovice. Konstrukce mostu byla experimentálně testována a byl vytvořen model MKP. Jedním z hlavních očekávaných problémů je přirozená degradace LLD hlavních nosníků. Cílem této práce je popsat co nejrealističtěji chování mostní konstrukce a s tím souvisí vytvoření modelů, které zahrnují degradaci LLD.

Klíčová slova

Dřevěné mosty, experimentální měření, MKP, statická a dynamická analýza.

Abstract

Subject of this research is a timber bridge across the Bata's channel, at the Village of Huštěnovice. The structure of bridge was experimentally tested and the FEM model was created. One of the main problems expected is natural degradation of the glued laminated timber main beams. The aim of this work is to describe the most realistic behavior of the bridge structure at first, next to create models reflecting the degradation of GLT.

Keywords

Timber bridge, experimental measurement, FEM, static and dynamic analysis.

1 Úvod

Jedním z očekávaných problémů dřevěné lávky je přirozená degradace lepeného lamelového dřeva hlavních nosníků, které jsou vystaveny povětrnostním vlivům. V dlouhodobém horizontu se bude snižovat jejich únosnost i celková tuhost. Cílem je predikce takového chování konstrukce. Myšlenka zkoumat takový problém není nová, některé výsledky byly dosaženy již před několika lety ve spolupráci mezi technickými univerzitami v Žilině a v Ostravě [1], [2].

2 Modelování a měření

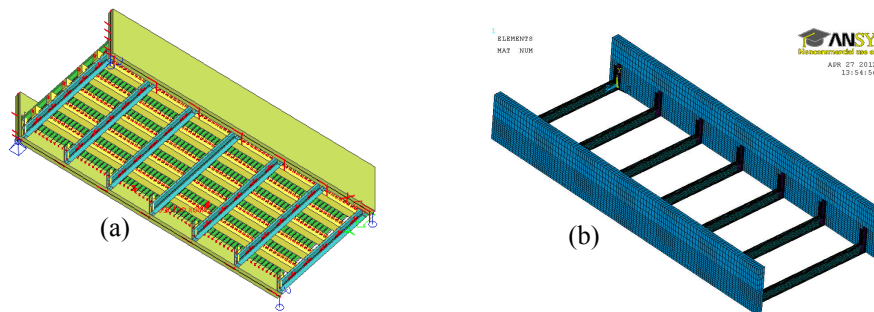
Pro náš výzkum bylo důležité vytvořit funkční MKP model. Nejprve byl vytvořen model v programu Scia Engineer (obr.1) a v současné době je usilovně vyvíjen model

¹ Ing. Veronika Čecháková, VŠB-TU Ostrava, fakulta stavební, katedra 221, veronika.cechakova@vsb.cz

² Ing. Miroslav Rosmanit, Ph.D., VŠB-TU Ostrava, fakulta stavební, katedra 221, miroslav.rosmanit@vsb.cz

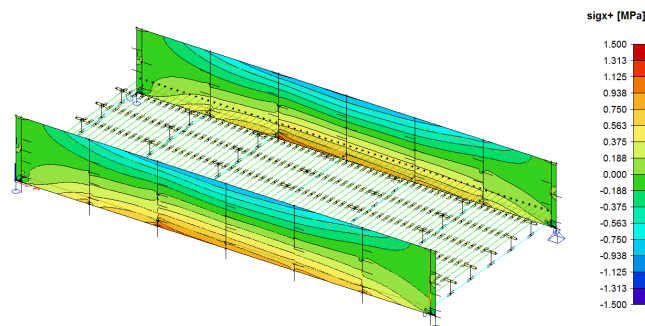
³ Ing. Roman Fojtík, VŠB-TU Ostrava, fakulta stavební, katedra 221, roman.fojtik@vsb.cz

v programu Ansys, ze kterého získáme další výstupy. Následně budeme mít možnost vzájemně posoudit dva různé MKP modely se skutečnou konstrukcí.



Obr. 1: (a) Model v programu Scia Engineer, (b) Model v programu Ansys

Pro ověření funkčnosti a správnosti vytvořeného numerického modelu mostní konstrukce byly výstupy (obr. 2) srovnávány s výsledky experimentálního měření odezvy konstrukce, které slouží také jako dynamická informativní zkouška a podklad pro další dynamické měření.



Obr. 2: Hodnoty napětí v podélném směru v hlavních nosnících

3 Závěr

Na konkrétní mostní konstrukci jsme provedli měření poměrných deformací, které byly vyhodnoceny a na jejichž základě bylo dopočteno napětí v hlavních nosnících. Tato napětí pak byla srovnávána s MKP modelem vytvořeným v programu Scia Engineer. Rozdíl napětí mezi experimentem a modelem při zatížení konstrukce vozidlem byl necelých 18 %, což prokázalo funkčnost modelu vytvořeného v programu Scia Engineer.

Poděkování

Tento projekt byl zrealizován za finanční podpory SGS grantu, interní číslo SP2012/152.

Literatura

- [1] LOKAJ, A & all. Dřevostavby a dřevěné konstrukce. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. 309 p. ISBN 978-80-7204-732-1
- [2] VIČAN, J., GOCÁL, J., ODROBIŇÁK, J. Kombinácia dreva a ocele pri návrhu lávok pre chodcov a mostov malých rozpätí. Zborník príspevkov z konferencie DREVOSTAVBY, Oščadnica, SR, jún 2009, str. 41-48.

EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ NUMERICKÝCH MODELŮ KONSTRUKCE OBRUČOVÉHO ZTUŽIDLA

EXPERIMENTAL EVALUATION OF CIRCULAR BRACING NUMERICAL MODELS

Roman Fojtík¹, Tomáš Novotný², Jan Hurta³

Abstrakt

Vertikální konstrukce vyžadují zvýšené nároky na vodorovné ztužení, jež je především způsobováno zatížením od větru a seismicity. Jednou z možností vyztužení těchto konstrukcí je využití „Nového ztužujícího systému“, který je v současné době podrobován laboratornímu zkoušení, jehož předmětem je určení smykové odezvy „kruhového ztužidla“.

Klíčová slova

experiment, ztužení, ocel, numerický model

Abstract

Vertical structures have increased demands on the horizontal bracing, which is mainly caused by wind and seismic loads. One possible reinforcement of these structures is the use of "New reinforcing system" (circular bracing), which is currently subjected to laboratory testing designed to determine the shear response of the circular bracing.

Keywords

experiment, bracing, steel, numerical model

1 Úvod

Výstavba objektů, jejíž konstrukce musí odolávat horizontálním silám, tvořených především proudem větru, vody, zemětřesením a mnoha dalšími, klade zvýšené nároky na ztužení odolávající těmto silám. Mezi tyto konstrukce patří stožáry, rozhledny, výškové budovy a další. Velké štíhlosti vertikálních konstrukcí, vyžadující vyšší tuhosti ztužidel, přinášejí prostor pro nové netradiční řešení [1].

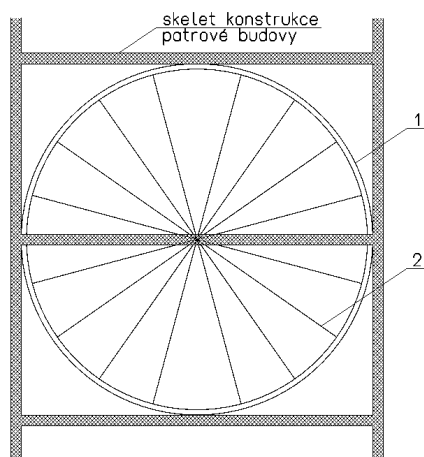
Jednou z možných variant je užití obručového ztužidla, které je podrobováno laboratorním zkouškám pro zjištění a ověření předpokládaných vlastností. Ztužidlo je tvořeno obručí, jejímž úkolem je „rovnoměrná“ redistribuce tlakových sil, a výpletem složeným z ocelových táhel [2]. Výplet obruče je předpínán k pevnému středu obruče. Velikost předpětí je závislá na aktuálních požadavcích tuhosti konstrukce. Základním

¹ Ing. Roman Fojtík, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava – Poruba, roman.fojtik@vsb.cz

² Dr. Ing. Tomáš Novotný, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava – Poruba, tomas.novotny@vsb.cz

³ Ing. Jan Hurta, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Laboratoř stavebních hmot, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava – Poruba, jan.hurta@vsb.cz

úkolem předpínacích sil je zajištění rovnováhy mezi vstupujícími vnějšími silami od zatížení a vnesenými předpínacími silami.



Obr. 1: Osazení kruhového ztužidla do skeletu patrové budovy (1 – obruč, 2 – výplet)

2 Závěr

Moderní konstrukce jsou v současnosti navrhovány pomocí softwaru využívajících MKP. Těmito prostředky je možné modelovat téměř vše, co si člověk zamane, ale ne vždy výsledky korespondují se skutečností. Dosavadní výsledky numerických modelů obručového ztužidla jsou slibné, ale teprve experimentální ověření vlastností v laboratoři [3], [4] ukáže, zda předpoklady numerického modelu souhlasí s realitou. Momentálně probíhá intenzivní zkoušení experimentální konstrukce obručového ztužidla a dílčí výsledky budou uvedeny v připravované prezentaci k tomuto článku.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory specifického vysokoškolského výzkumu pro rok 2011 a 2012, přidělený VŠB-TU Ostrava Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky a také z nadačního příspěvku z prostředků „Nadace Tomáše Bati“ NIF program „Věda a výzkum pro život 2011“.

Literatura

- [1] STUDNIČKA, J., MACHÁČEK, J., VOTLUČKA, L. *Ocelové konstrukce 20 – pozemní stavby*. Praha: ČVUT v Praze, 1998. ISBN 80-01-01556-4. 269 s.
- [2] FOJTÍK1, R. a M. ROSMANIT2. A New Pre-Stressed Bracing System for Buildings. *CC2009: The 12th International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing*, Funchal, Madeira, Portugal, September 2009, Proceedings and CD, ISBN: 978-1-905088-32-4.
- [3] HOFFMANN, K. *An Introduction to Measurements using Strain Gages*. Germany: Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, 1989.
- [4] TOMICA1, V. a J. ODRONIŠÁK 2. Stochastic character of stress hot spots on a highway bridge. *Proceedings of XVIII. Russian-Slovak-Polish international seminary "Theoretical foundation of civil engineering"*, Moscow - Archangelsk, Russia, 2009. pp. 329-336, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009. ISBN 83-908083-8-2.

EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY SMYKOVÉ ODEZVY ASFALTOVÝCH PÁSŮ A JEJICH NUMERICKÉ MODELOVÁNÍ

EXPERIMENTAL TESTING OF SHEAR RESPONSE OF ASPHALT BELTS AND THEIR NUMERICAL MODELING

Martina Janulíková¹, Pavlína Matečková², Marie Stará³,

Abstrakt

Tento příspěvek se zabývá laboratorním testováním smykové odezvy asfaltových pásů na vodorovné zatížení za různých teplot a jejich numerickým modelováním. V první části této práce je stručně popsán a vysvětlen princip laboratorních zkoušek s kontrolovanou teplotou prostředí. Druhá část je pak věnována tvorbě numerických modelů a jejich srovnáním s výstupy z laboratorních zkoušek.

Klíčová slova

Asfaltové pásy, smyková odezva, numerický model, viskoelastická

Abstract

This paper deals with laboratory testing of shear response of asphalt belts on the horizontal load and their numerical modeling. In the first part of this work is briefly described and explained the principle of laboratory tests with temperature controlled environment. The second part is devoted to the creation of numerical models and their comparison with outcomes from laboratory tests.

Keywords

Asphalt belts, shear response, numerical model, viscoelastic

1 Úvod

Kluzné spáry pro snížení účinků tření v základové spáře jsou obvykle tvořeny nataveným či volně položeným asfaltovým pásem na vyrovnávací vrstvě. Správnost návrhu kluzné spáry je podmíněna znalostí mechanické odezvy použitého materiálu, a právě pro tyto účely bylo na stavební fakultě VŠB sestaveno vlastní měřicí zařízení [1], a později i klimatizační komora pro zahrnutí diskutovaného vlivu teploty [2]. V současné době neustále probíhá řada měření a výsledky jsou využívány k dalšímu odvozování či numerickému modelování.

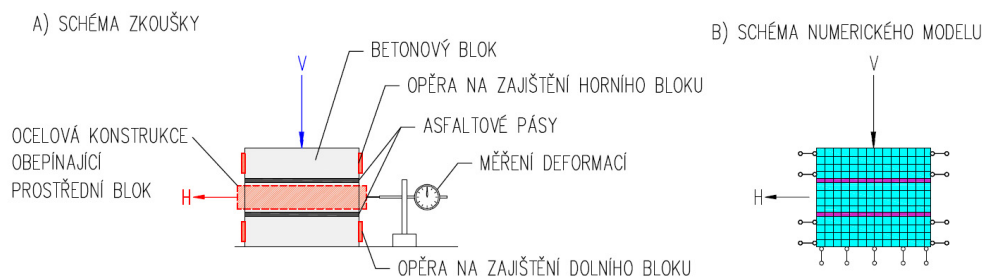
¹ Ing. Martina Janulíková, VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava-Poruba, martina.janulikova@vsb.cz

² Ing. Pavlína Matečková, Ph.D. VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava-Poruba, pavlina.mateckova@vsb.cz

³ Ing. Marie Stará, VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava-Poruba, marie.stara@vsb.cz

2 Numerické modelování

Výsledky laboratorních zkoušek jsou srovnávány s jejich numerickými modely (obrázek 1), přičemž pro samotné modelování lze vzít v úvahu dva přístupy definování parametrů kluzné spáry - pomocí viskoelastických materiálových modelů nebo pomocí kontaktních elementů [3]. První možností je namodelovat asfaltovou vrstvu v její reálné tloušťce a definovat její vlastnosti prostřednictvím viskoelastického materiálového modelu. Kvůli nepoměru mezi tloušťkou asfaltové vrstvy a ostatními rozměry u reálných konstrukcí se jako výhodná jeví možnost nahradit asfaltový pás vrstvou kontaktních elementů a vlastnosti kluzné spáry tak definovat prostřednictvím parametrů kontaktu. Do budoucna je řešena možnost definování kontaktních elementů pomocí dynamického součinitele tření.



Obr. 1: Základní princip zkoušky

3 Závěr

Na základě srovnání jednotlivých zkoušek a příslušných numerických modelů lze konstatovat, že se výsledky zkoušek řádově shodují s výsledky numerického modelování. Předmětem dalšího výzkumu bude zdokonalování postupů pro oba možné přístupy k modelování. V současné době také neustále probíhá řada měření a snahou je podstatně rozšířit databázi měřených dat o další vzorky novodobých materiálů za různých teplot i různých hodnot zatížení.

Poděkování

Tento příspěvek byl realizován za finančního přispění Ministerstva průmyslu a obchodu, program TIP projekt číslo FR-TI2/746 - Reologická kluzná spára s teplotně řízenými viskoelastickými vlastnostmi.

Literatura

- [1] MAŇÁSEK, P. *Základové konstrukce s kluznou spárou*. Disertační práce na Fakultě stavební VŠB-TU, Ostrava, 2008
- [2] ČAJKA, R. a M. JANULÍKOVÁ a P. MATEČKOVÁ a M. STARÁ. Laboratorní testování asfaltových pásů s vlivem teploty. In: *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava* Ostrava, 2011. ročník XI, číslo 2, řada stavební, s. 15-21, ISSN 1213-1962
- [3] ČAJKA, R. a M. JANULÍKOVÁ a P. MATEČKOVÁ a M. STARÁ. Modelování základových konstrukcí s kluznou spárou s využitím výsledků laboratorních zkoušek asfaltových pásů. In: *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava* Ostrava, 2012. ročník XII, číslo 1, řada stavební, ISSN 1213-1962 – v přípravě