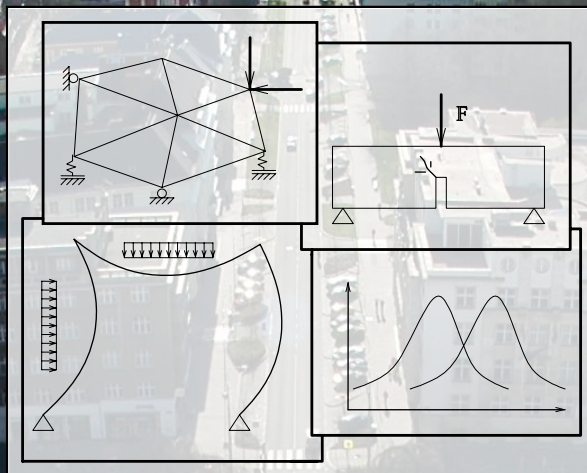


VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA STAVEBNÍ MECHANIKY



MEZINÁRODNÍ KONFERENCE
MODELOVÁNÍ V MECHANICE

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

13. – 14. ÚNORA 2008

Název publikace: Sborník příspěvků konference Modelování v mechanice 2008
Vydala: VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební
Autor: Kolektiv autorů
Datum vydání: únor 2008
ISBN 978-80-248-1705-7

Materiály neprošly jazykovou úpravou a jsou přetištěny v původním znění

OBSAH

Krejsa Martin, Tomica Vladimír

Využití metody PDPV k pravděpodobnostnímu výpočtu šíření únavových trhlin 1

Janas Petr

Výpočet pravděpodobnosti poruchy metodou PDPV – teorie 3

Markopoulos Alexandros, Podešva Jiří

Využití metody konečných prvků v problematice důlních výztuží 5

Martinická Ivana, Melcer Jozef

Modelovanie vozidiel pre účely interakcie vozidlo vozovka 7

Moravčík Milan

Mechanika železničních tratí v současnosti 9

Moravčík Milan

Overovanie spoľahlivosti konštrukcie kontajneru jadrovej elektrárne
na základe analýzy mikrostruktúry betónu 11

Teplý Břetislav, Rovnaník Pavel

Modelování degradace betonu mrazem 13

Řoutil Ladislav, Veselý Václav, Keršner Zbyněk

Vliv šířky zářezu v kvazikřehkém vzorku namáhaném tříbodovým ohybem
na průběh L–D diagramu: numerická studie 15

Frantík Petr

Dynamická simulace lomu tlačného vzorku 17

Králik Juraj, Rozsar Peter

Dynamická analýza vplyvu tlakovej vlny od explózie nad a pod terénom
na výškovú budovu 19

Iváňková Oľga, Nagyová Monika

Vplyv symetrie konštrukčného nosného systému na statiku a dynamiku budovy 21

Blaheta Radim

Modelování rozsáhlých geotechnických úloh 23

Hrubešová Eva, Aldorf Josef, Janas Petr

Matematické modelování odezvy tělesa důlní uzavírací hráze
na dynamické zatěžování odstřelem 25

Dostál Zdeněk, Horák David, Vondrák Vít

Škálovatelné paralelní algoritmy pro kontaktní úlohy mechaniky 27

Frydryšek Karel

Analýza spolehlivosti nosníků na pružném nelineárním podloží 29

Králik Juraj

Probabilistic assessment of NPP concrete structures, hermetic doors and covers penetration
for PSA 2 analysis of Reactor VVER 440/213 31

Králik Juraj, Králik Juraj jun.

Deterministická a pravdepodobnostná analýza vplyvu efektu poruchovej torznej excentricity
na seizmickú odolnosť symetrických výškových budov 33

Keršner Zbyněk, Veselý Václav, Seitl Stanislav, Pukl Radomír

Aspekty únavy a lomu pokročilých stavebních materiálů 35

Zídek Rostislav	
Řešení reologie betonu v materiálově nelineárním modelu – teorie	37
Pěňčík Jan	
Administrativní budova v areálu Spielberk Office Centre - - kontrolní statická a dynamická analýza programem Ansys	39
Pěňčík Jan, Lavický Miloš	
Hledání příčiny havárie průmyslové haly - 3D analýza místa uložení vazníku	41
Pěňčík Jan, Zich Miloš, Neumayer Oldřich	
Statická analýza plavební komory Přelouč II	43
Krejsa Martin, Čajka Radim	
Analýza zatěžovací zkoušky nosného objektu	45
Krejsa Martin, Kubečka Karel	
Modelování ocelové konstrukce technologického mostu určeného k demolici.	47
Brožovský Jiří, Sucharda Oldřich	
Vybrané problémy konstitutivního modelování betonu ve 2D	49
Sucharda Oldřich	
Numerická analýza 2D modelu betonové stěny	51
Sucharda Oldřich	
Posudek spolehlivosti jednoduché betonové stěny pomocí metody PDPV.	53
Mikolášek David, Heiduschke A., Brožovský Jiří	
Modelování plastického chování momentového spoje	55
Konečný Petr	
Vliv náhodně proměnných na riziko vzniku koroze ŽB mostovky vystavené působení posypových solí	57
Tomko Michal	
Posúdenie vplyvu dynamických účinkov ventilátora odsávacej linky na blokový základ a na strojné zariadenie	59
Demjan Ivo, Michal Tomko	
Modelovanie zaťaženia účinku teploty pôsobiacej na komorový mostný objekt	61
Kormaníková Eva	
Modelovanie kratkovlakovnych kompozitnych dosiek	63
Kotrasová Kamila	
Modelovanie interakcie nádrže s kvapalinou MKP	65
Lausová Lenka	
Průběh teploty ohýbaného ocelového nosníku za požáru	67
Jonov David	
Ověření rizika nerovnoměrného sedání základové desky vlivem těžby štěrkopísku	69

VYUŽITÍ METODY PDPV K PRAVDĚPODOBNOSTNÍMU VÝPOČTU ŠÍŘENÍ ÚNAVOVÝCH TRHLIN

DIRECT DETERMINED FULLY PROBABILISTIC METHOD UTILIZATION
FOR PROBABILISTIC CALCULATION OF FATIGUE CRACK PROPAGATION

Martin Krejsa¹, Vladimír Tomica²

Abstract

The paper is focused to probabilistic assessment of acceptable fatigue crack of steel structures and bridges, which has dominant status in degradation process of carrying component. Risk of damage proceeds load effect. Fatigue crack growth is related to traffic load effect, acceptable fatigue crack to probability of extreme probabilistic load effect. Direct Determined Fully Probabilistic Calculation (DDFPC) is used for probabilistic calculations of fatigue crack propagation.

1 Úvod do řešení problematiky

Spolehlivost nosné konstrukce, namáhané proměnným zatížením, je výrazně ovlivněna degradačními účinky, způsobené zejména únavou základního materiálu. V procesu návrhu těchto konstrukcí se vychází z koncepce tzv. Wöhlerových křivek, u nichž se připouští omezená životnost do porušení, velmi problematicky stanoveného na základě konstantního rozkmitu a předpokládaného množství zatěžovacích cyklů. Metodika byla postupně rozpracována do postupů vystihujících reálné podmínky a usnadňujících práci projektantů. Náhodně se objevující únavové trhlinky na stávajících konstrukcích – jeřábových drahách a mostech, nasvědčují o jisté nedokonalosti této návrhové metodiky. Rozvíjejí se metody uvažující s podchycením možných vad a defektů ve formě inicializačních trhlin, které výrazně urychlují šíření únavových trhlin. Jednou z alternativ je lineární lomová mechanika, jež je předmětem zkoumání již řadu let zejména ve strojírenských oborech a do problematiky návrhu nosných stavebních konstrukcí je postupně přebírána a upravována. Využívá se zejména ke stanovení časů prohlídek a k analýze jejich výsledků, které při nezjištění trhlin vedou k podmíněné pravděpodobnosti jejich vzniku.

2 Popis aplikace teoretického řešení šíření trhliny z okraje

Pro aplikaci teoretického řešení byla po provedených studiích vybrán posudek pásnice ocelového mostu s převážně taženou spodní pásnicí. Podle polohy iniciační trhliny je možné sledovat šíření trhliny z okraje nebo povrchu, jež představují nejvýznamnější lokalitu koncentrace nebezpečí únavového poškození na ocelových konstrukcích a mostech. Oba případy se odlišují vytvářením oslabující plochy při šíření trhliny a kalibrační funkcí $F(a)$. Ze získaných výsledků porovnání je patrné, že oslabení stejné pásnice roste u trhliny šířící se z okraje přibližně čtyřikrát rychleji než šíření pásnice

¹ Martin Krejsa, Ing., Ph.D., VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Podéště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, tel: +420 596 991 303, e-mail: martin.krejsa@vsb.cz

² Vladimír Tomica, Prof. Ing., CSc., VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí, Ludvíka Podéště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, tel: +420 596 991 357, e-mail: vladimir.tomica@vsb.cz

z povrchu. Z tohoto důvodu lze další výpočet zaměřit pouze na šíření únavové trhliny z okraje.

Významný parametr pravděpodobnostního výpočtu představují použité vstupní údaje, které nelze ve všech případech získat na základě měření, lze je pouze odhadnout. V řešeném případě byly použity reálné veličiny - geometrický tvar a průřezy, mez kluzu, nominální návrhové napětí extrémních účinků σ , konstantní rozkmit napětí $\Delta\sigma$ a materiálové konstanty m a C . Další vstupní údaje jsou již veličiny nepřesné, s náhodným charakterem, vyjádřené parametrickým rozdělením - velikost zaměřitelné trhliny a_d , počet cyklů zatížení za rok N a především velikost a přesné místo výskytu iniciační trhliny a_0 . Požadovaná spolehlivost je vyjádřena návrhovou pravděpodobností poruchovosti P_d .

3 Pravděpodobnostní výpočet metodou PDPV

Pravděpodobnostní výpočet kritické únavové trhliny metodou PDPV s využitím programu ProbCalc spočívá nejprve v určení odolnosti konstrukce $R_{(a_c)}$. Další veličinou určující spolehlivost konstrukce je účinek zatížení S , který se stanovuje pro zvolený časový krok provozu mostu, zpravidla pro 1 rok. Výsledná hodnota pravděpodobnosti poruchy P_f pak odpovídá kvantilu histogramu funkce spolehlivosti, který se nachází v oblasti kde $G_{fail} = R_{(a_c)} - S < 0$. Výpočet pravděpodobnosti poruchy P_f lze provést pro jednotlivé roky provozu mostu. Při použití návrhové pravděpodobnosti poruchovosti P_d pak lze stanovit dobu první prohlídky na mostě. Na základě uvedeného pravděpodobnostního výpočtu lze rovněž stanovit další prohlídky mostu s využitím podmíněné pravděpodobnosti.

4 Závěr

Uvedený pravděpodobnostní výpočet šíření únavové trhliny poukazuje na možnost využití metody PDPV, aplikované ve vyvíjeném programovém systému ProbCalc, i pro pravděpodobnostní výpočet šíření únavové trhliny. Hlavní výhodou využití metody PDPV pro pravděpodobnostní výpočty se ukazuje kvalitativně vyšší přesnost dosažených výsledků. Narozdíl od výpočetních způsobů založených na simulační technice Monte Carlo vždy k jednoznačnému a srovnatelnému výsledku, který je zatížen pouze numerickou chybou a chybou danou diskretizací vstupních veličin. U přímého pravděpodobnostního výpočtu je při stejné volbě intervalů histogramů vstupních veličin výsledek vždy stejný. Programový systém ProbCalc umožňuje do pravděpodobnostního výpočtu implementovat matematický model nejenom pomocí textového režimu (s využitím tzv. kalkulačky), ale rovněž použitím dynamické knihovny (vytvořené v programovém prostředí Borland Delphi). Tímto způsobem lze namodelovat i velmi složité úlohy, ve kterých lze pracovat s širokou škálou numerických metod. Tyto výhody by měly v dalším výzkumu posloužit k přesnějšímu stanovení pravděpodobnosti poruchy mostních konstrukcí, způsobené šířením únavových trhlin s přihlédnutím k podmíněné pravděpodobnosti jejich vzniku a k jejich vlivu na statické chování nosného systému.

Poděkování

Projekt byl realizován za finančního přispění MŠMT ČR, projekt IM0579, v rámci činnosti Centra integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí CIDEAS.

VÝPOČET PRAVDĚPODOBNOTI PORUCHY METODOU PDPV - TEORIE

EVALUATION OF PROBABILITY OF FAILURE USING PDPV METHOD

Petr Janas¹

Abstract

A close form evaluation of failure likelihood in case of more than two random variables is a complicated task. A lot of powerful stochastic methods have been developed or are under development in order to manage this task. The PDPV method allows computing the probability of failure for problems of more than two random variables using direct determined numerical calculation without the aid of simulation techniques.

1 Úvod

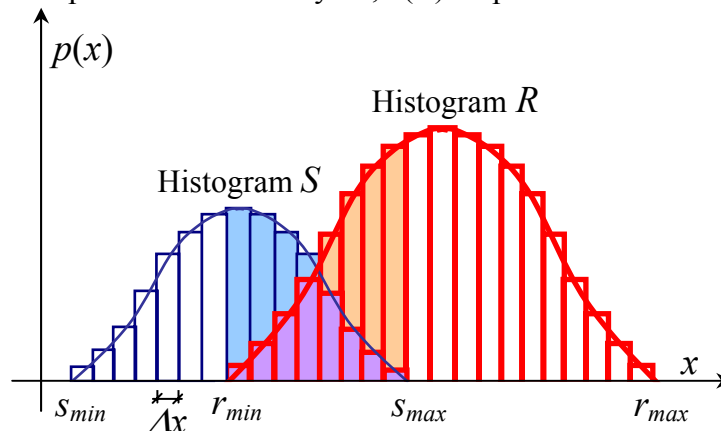
Pravděpodobnost poruchy pro dvě náhodné proměnné vstupní veličiny (odezva zatížení konstrukce S a odolnost konstrukce R) lze analyticky vypočítat ze známého vztahu [4,5]:

$$p_f = \int_{-\infty}^{\infty} dp_f = \int_{-\infty}^{\infty} f_S(x) \cdot \varphi_R(x) \cdot dx \quad (1)$$

kde $\varphi_R(x)$ je distribuční funkce odolnosti konstrukce a $f_S(x)$ hustota pravděpodobnosti odezvy zatížení konstrukce. Uvedený vztah lze upravit na tvar:

$$p_f = \sum_{i=1}^{i=n} f_{S,i} \cdot \varphi_{R,i} \cdot \Delta x = \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_{S,i}}{\Delta x} \cdot \sum_{i=1}^i p_{R,i} \right) \cdot \Delta x = \sum_{i=1}^n (p_{S,i} \cdot \sum_{i=1}^i p_{R,i}) \quad (2)$$

Kde $p_{S,i}$, $p_{R,i}$ pravděpodobnost hodnoty S , (R) v příslušné třídě i uvažovaných histogramů.



Obr. 1 Histogramy odolnosti a odezvy zatížení konstrukce.

2 Výpočet pravděpodobnosti poruchy metodou PDPV pro dvě náhodné proměnné

Při výpočtu pravděpodobnosti poruchy p_f metodou PDPV lze použít několik postupů:

1. Původní a nejjednodušší spočívá v tom [1], že se vypočte histogram:

$$Z = R - S \quad (3)$$

a určí se pravděpodobnost poruchy p_f splňující podmínku $Z < 0$.

2. Racionálnější postup [2] a výpočtově méně náročný sestavuje jenom zkrácený histogram Z^* . Kvantil jeho záporné části je pravděpodobnost poruchy p_f . Tento postup

¹Doc.Ing. Petr Janas, CSc., VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, petr.janas@vsb.cz

(zonální optimalizace) vyžaduje rozdělení obou histogramů na části (zóny), které se na vzniku poruchy nepodílejí a na části, které se na vzniku mohou podílet. Zkrácený histogram se určuje pouze ze zón obou histogramu, které se na vzniku poruchy mohou podílet.

3. Sestavuje se pouze záporná část histogramu Z , označená Z^{**} , jejíž kvantit je p_f . Tento postup využívá rozdělení histogramů na zóny. Nepočítá se se zónami, které se na vzniku poruchy nemohou podílet. V zónách, které se na vzniku poruchy mohou podílet, se počítá díky tzv. trendové analýze pouze s kombinacemi, pro které je $z < 0$. Tento výpočet vede k výpočtu dle (2) a je tedy řešením integrálu (1).

3 Výpočet pravděpodobnosti poruchy metodou PDPV při větším počtu náhodných proměnných

Při větším počtu náhodných proměnných jsou možnosti výpočtu pravděpodobnosti poruchy p_f metodou PDPV v zásadě shodné jako pro dvě proměnné. Při větším počtu proměnných ovšem zejména u nejjednoduššího postupu výpočtu značně narůstají požadavky na dobu výpočtu. Z tohoto důvodů byly kromě jiných optimalizačních postupů [2] rozvíjeny zonální a trendová optimalizace. V histogramech mohou při více náhodných proměnných v zásadě vznikat zóny, které se na vzniku poruchy podílejí vždy (zóna 1), na vzniku poruchy se ve vazbě na ostatní náhodné proměnné mohou a nemusí podílet (zóna 2) a na vzniku poruchy se nepodílejí nikdy (zóna 3). V trendové analýze je označení zón směrodatné pro postup výpočtu, který opět vede k sestavení záporné části histogramu Z označenou Z^{**} , jejíž kvantil představuje pravděpodobnost poruchy.

4 Závěr

Uvedené postupy výpočtu metodou PDPV (Přímý determinovaný pravděpodobnostní výpočet) jsou implementovány do výpočtového systému ProbCalc [2], [3].

Poděkování

Projekt byl realizován za finančního přispění MŠMT ČR, projekt IM0579, v rámci činnosti Centra integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí CIDEAS.

Literatura

- [1] JANAS, P., KREJSA, M.: NUMERICKÝ VÝPOČET PRAVDĚPODOBNOСТИ UŽITÍM USEKNUTÝCH HISTOGRAMŮ, KONFERENCE SPOLEHLIVOST KONSTRUKCÍ, 2002 OSTRAVA, ISBN 80-02-01489-8.
- [2] JANAS, P., KREJSA, M., KREJSA, V., OPTIMALIZACE VÝPOČTU V PROGRAMOVÉM SYSTÉMU PROBCALC, MODELOVÁNÍ V MECHANICE, SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ MEZINÁRODNÍ KONFERENCE STR.47-47, FAST VŠB TU OSTRAVA 1.-2. ÚNORA 2006, ISBN 80-248-1035-2.
- [3] JANAS, P., KREJSA, M., KREJSA, V. STRUCTURAL RELIABILITY ASSESSMENT USING DIRECT DETERMINED FULLY PROBABILISTIC CALCULATION. IN INTERNATIONAL ASRANET COLLOQUIUM. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE. GLASGOW, UK, 2006. ISBN 0-9553550-0-1/978-0-9553550-0-4 (IN ENGLISH). PP 8 A TEXT NA CD. ISBN 0-9553550-0-1 / 978-0-9553550-0-4.
- [4] KRÁLIK, J., PRAVDĚPODOBNOSTNÁ ANALÝZA ROBUSTNÝCH PROBLÉMŮ MKP METODAMI MC, IS, LHS, A RSM POD SYSTÉMOM ANSYS, SBORNÍK REFERÁTŮ, STR.57-66, VII. ROČNÍK CELOSTÁTNÍ KONFERENCE SE ZAHRANIČNÍ ÚČASTÍ, ÚTAM AV ČR PRAHA, DŮM TECHNIKY OSTRAVA, PRAHA 5.4.2006, ISBN 80-02-01771-6.
- [5] TEPLÝ, B., NOVÁK, D., SPOLEHLIVOST STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ, VUT BRNO, AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, S.R.O. BRNO, 1999, ISBN 80-214-1149-X.

VYUŽITÍ METODY KONEČNÝCH PRVKŮ V PROBLEMATICE DŮLNÍCH VÝZTUŽÍ

EXPLOITATION OF FEM IN STEEL SUPPORT PROBLEM

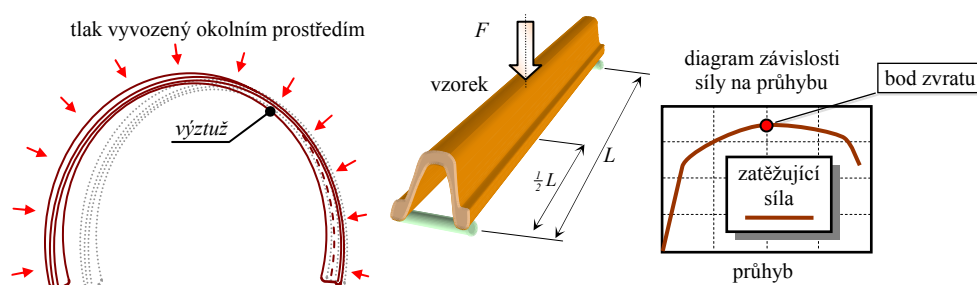
Alexandros Markopoulos¹, Jiří Podešva²

Abstract

The objective of the work is to suggest the computational model of the steel support, which characteristics will be possible to compare with the results of the bending tests on specified specimens. Specimens are (in contradistinction to used armature) direct. Bending test is three - point. Bending test is on hydraulic pressure machine. When force reaches maximum, pressure (force) droop a deformation continues, where downward curve of the diagram is important. When elastic strain overruns, nonlinear material must be implicate in results. The most acceptable material model for numerical result is found.

1 Popis problému

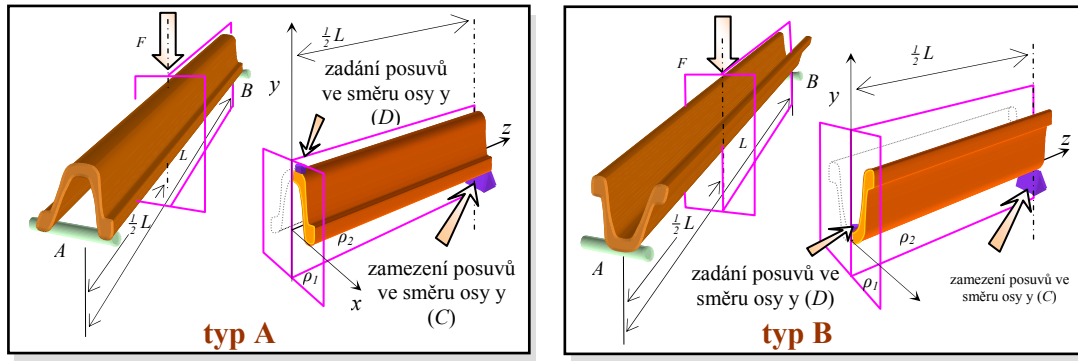
Práce se zabývá problematikou důlních výztuží. Ty jsou v provozu vystaveny různým vlivům a nezděná kdy dochází k plastickým deformacím. Dle příslušné normy jsou na přímých vzorcích prováděny ohybové zkoušky, které jsou s výhodou použity k odhadování numerického výpočtu. Navíc ohybová zkouška poskytuje data i za bodem zvratu, tedy v případě, kdy se silně projeví vliv jak geometrické, tak materiálové nelinearity. Pokud se tedy zamýšlí důkladnější analýza, pro oprávněnost závěrů se provede „kopie“ ohybové zkoušky v programu ANSYS a pokud změřená a spočtená data sobě odpovídají s určitou tolerancí, je možné považovat volenou aproximaci nelineárního materiálu za uspokojivou. Na výsledky dalších obecnějších numerických analýz, kde již není jednoznačná možnost kontroly, lze brát proto většího zřetele.



Obr. 1:

¹ Ing. Alexandros Markopoulos, VŠB TU Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechaniky, Ostrava – Poruba, 17. listopadu, alexandros.markopoulos.st@vsb.cz

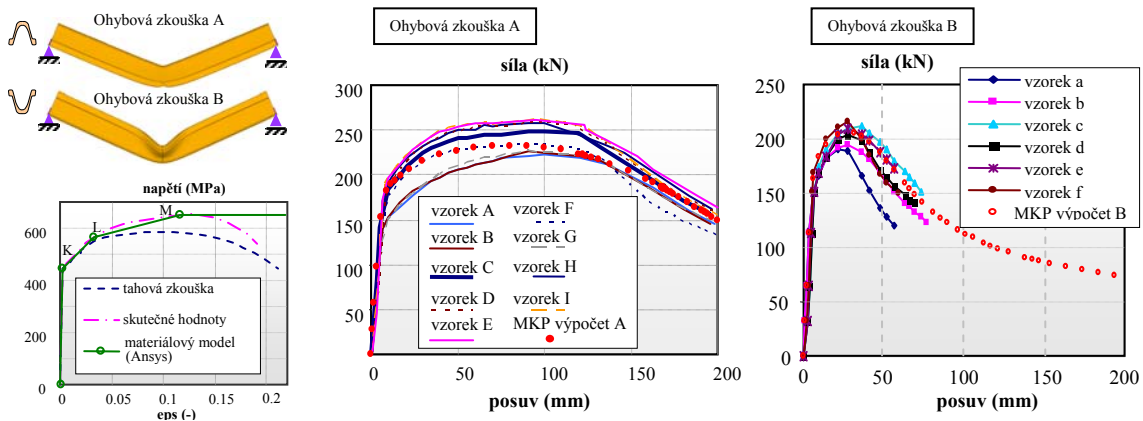
² Doc. Ing. Jiří Podešva, PhD, VŠB TU Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechaniky, Ostrava – Poruba, 17. listopadu, jiri.podesva@vsb.cz



Obr. 2: Ukázka redukce počítané úlohy.

2 Řešení

Samotná úloha je počítána s ohledem na materiálovou a geometrickou nelinearitu. V rámci modifikací, ať už samotné geometrie, či aproximace materiálu, je vhodné rozmyslet způsob diskretizace úlohy. V prvotní fázi se provedlo několik statických výpočtu ve smyslu lineární pružnosti, a to tak, aby byl zvolen optimální počet konečných prvků n_{KP} . Hlídal se maximální počet prvků n_{KPmax} , neboť při následných nelineárních výpočtech n_{KPmax} výrazně zasahuje do celkového výpočetního času. Z obr. 2 je patrné, jakým způsobem byla zohledněna přítomná symetrie modelu, která zredukovala problém na „jednu čtvrtinu“. Obrázek ilustruje oba prováděné typy výpočtů (typ A a B). Na obr. 3 jsou vykresleny průběhy deformací. Několik naměřených dat je zaneseno do diagramu spolu s numerickým výpočtem. Aproximace materiálové nelinearity se zohlednila multilineárním modelem s kinematickým zpevněním dle obr. 3 vlevo. Konečná podoba materiálové aproximace byla shledána vhodnou pro další numerické analýzy.



Obr. 3: Průběhy sil v závislosti na deformaci středové části ohýbaného vzorku.

MODELOVANIE VOZIDIEL PRE ÚČELY INTERAKCIE VOZIDLO VOZOVKA

MODELING OF VEHICLES FOR THE PURPOSE OF VEHICLE ROAD INTERACTION

Ivana Martinická¹, Jozef Melcer²

Abstract

The problem of vehicle – road interaction can be followed in the literature from the year 1849. At the early state the analytical methods were applied. The development of computers brings the change in the approach to the used methods of solution. They enable to solve very truthful space computing models numerically. The results of numerical computation must be verified by the in situ experimental measurements. Mutual interconnection of numerical and experimental techniques represents the most effective way in the process of uncovering of objective reality concerning of real action of pavements under passing of vehicles.

1 Výpočtové modely vozidiel

Výpočtové modely vozidiel sa najčastejšie volia ako diskkrétne výpočtové modely, či už v duchu klasickej dynamiky alebo v duch MKP. Výhodou týchto modelov je, že pohybové rovnice majú tvar obyčajných diferenciálnych rovníc. Vo všeobecnosti je možné pre každé vozidlo vytvoriť výpočtový model na troch úrovniach: štvrtinový model, polovičný rovinný model a celý priestorový model. Výpočtový model vozidla na každej úrovni modelovania má svoje výhody aj nevýhody a za určitých predpokladov je ho možné použiť pre modelovanie reálnych úloh inžinierskej praxe s presnosťou postačujúcou pre technickú prax.

Štvrtinový model vozidla môže byť použitý pre modelovaniu účinkov polovice jednej nápravy vozidla na vozovku (modeluje účinok jedného kolesa) a za určitých zjednodušujúcich predpokladov aj pre modelovanie účinkov celého vozidla. Nevýhodou tohto modelu je, že môže modelovať len vplyv vertikálneho pohybu hornej hmoty, tzv. *odpruženej hmoty*, na vznik kontaktných síl medzi kolesom a vozovkou (*heave effect*). Nemôže modelovať vplyv kolísania odpruženej hmoty v pozdĺžnom smere (*pitch effect*) ani vplyv nakláňania odpruženej hmoty v priečnom smere (*roll effect*) na vznik kontaktných síl medzi kolesom a vozovkou.

Polovičný výpočtový model je vlastne rovinný výpočtový model vozidla. Je možné ho použiť pre modelovanie účinkov ľavej alebo pravej polovice vozidla na dopravnú cestu a za určitých zjednodušujúcich predpokladov aj pre modelovanie účinkov celého vozidla. Výhodou tohto modelu je, že modeluje vplyv vertikálneho pohybu odpruženej hmoty (*heave effect*) a vplyv kolísania odpruženej hmoty v pozdĺžnom smere (*pitch effect*) na vznik kontaktných síl medzi kolesom a jazdnou dráhou. Nemôže modelovať vplyv nakláňania odpruženej hmoty v priečnom smere (*roll effect*) na vznik kontaktných síl medzi kolesom a jazdnou dráhou.

¹ Ing. Ivana Martinická, Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, Katedra stavebném mechaniky, Komenského 52, 010 26 Žilina, Slovenská republika, e-mail: ivana.martinicka@fstav.uniza.sk, tel.: +421-41-513 5648

² Prof. Ing. Jozef Melcer, DrSc., Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, Katedra stavebném mechaniky, Komenského 52, 010 26 Žilina, Slovenská republika, e-mail: jozef.melcer@fstav.uniza.sk, tel.: +421-41-513 5612

Celý priestorový model vozidla umožňuje modelovať vplyv vertikálneho pohybu odpruženej hmoty (*heave effect*), vplyv kolísania odpruženej hmoty v pozdĺžnom smere (*pitch effect*) aj vplyv nakláňania odpruženej hmoty v priečnom smere (*roll effect*) na vznik kontaktných síl medzi kolesom a jazdnou dráhou.

2 Pohybové rovnice a ich riešenie

Pohybové rovnice diskretného výpočtového modelu majú tvar obyčajných diferenciálnych rovníc (1), ktoré sa pre tieto účely riešia výlučne numericky.

$$[\mathbf{m}] \cdot \{\ddot{\mathbf{r}}\} + [\mathbf{b}] \cdot \{\dot{\mathbf{r}}\} + [\mathbf{k}] \cdot \{\mathbf{r}\} = \{\mathbf{F}\} \quad (1)$$

Pre numerické riešenie obyčajných diferenciálnych rovníc tohto typu je možné použiť rôzne metódy numerickej integrácie. V súvislosti s programovaním celého problému v prostredí programovacieho jazyka MATLAB [1] je výhodné použiť metódu Runge-Kutta. Z hľadiska tejto metódy je vhodné rovnicu (1) prepísať do tvaru

$$[\mathbf{m}] \cdot \{\ddot{\mathbf{r}}\} = \{\mathbf{F}\} - [\mathbf{b}] \cdot \{\dot{\mathbf{r}}\} - [\mathbf{k}] \cdot \{\mathbf{r}\}, \quad (2)$$

$$[\mathbf{m}] \cdot \{\ddot{\mathbf{r}}\} = \{\mathbf{F}\} - \{\mathbf{F}_d\} - \{\mathbf{F}_{re}\}, \quad (3)$$

respektíve

$$[\mathbf{m}] \cdot \{\ddot{\mathbf{r}}\} = \{\mathbf{F}_v\}. \quad (4)$$

Diferenciálne rovnice (4) druhého rádu je nutné pomocou vhodnej transformácie transformovať na rovnice prvého rádu, napríklad zavedením substitúcie

$$\{\mathbf{r}\} = \{\mathbf{y}_1\}, \quad (5)$$

$$\{\dot{\mathbf{r}}\} = \{\mathbf{y}_2\} \Rightarrow \{\dot{\mathbf{y}}_2\} = \{\ddot{\mathbf{r}}\}. \quad (6)$$

Potom predmetom riešenia je sústava rovníc prvého rádu typu

$$\{\dot{\mathbf{y}}_1\} = \{\mathbf{y}_2\}, \quad (7)$$

$$\{\dot{\mathbf{y}}_2\} = \{\ddot{\mathbf{r}}\}. \quad (8)$$

3 Výsledky riešenia

Výsledkom riešenia sú časové priebehy všetkých kinematických veličín, zodpovedajúcich jednotlivým stupňom voľnosti výpočtového modelu, t.j. zložiek posunutí bodov, ich rýchlostí a zrýchlení a tiež časové priebehy kontaktných síl vznikajúcich medzi kolesom a vozovkou. Výstup z počítača je možný v číselnej alebo grafickej forme.

Podakovanie

Projekt bol realizovaný za finančnej podpory Grantovej agentúry VEGA SR. Registračné číslo projektu je G1/3335/06.

Literatúra

- [1] Karban, P.: VÝPOČTY A SIMULACE V PROGRAMECH MATLAB A SIMULINK, VYD. 1, COMPUTER PRESS, BRNO, 2006

MECHANIKA ŽELEZNIČNÝCH TRATÍ V SÚČASNOSTI

TRACK MECHANICS AT PRESENT

Milan Moravčík ¹

Abstract

The paper is devoted to the track mechanics problems at present. Here is applied the theoretic-experimental analysis of the force effects of moving vehicles affected on the track structure, the power transfer effect across the superstructure to the substructure and to the environment. Considering to the track structure one have to analyse the interaction of the complex mechanical system in which apply the characteristic mass elements of the track structure coupled by the resilient and damping bonds: the wheel / the rail, the rail girder / the gravel bed, the sleeper / the gravel bed respectively.

1 Súčasné problémy mechaniky železničnej trate

Súčasné problémy modernej železničnej dopravy, najmä realizácia a prevádzkovanie koridorov v SR pre rýchlosti do 200 km/h, ale aj súčasné vysoké nároky na spoľahlivosť interakčnej mechanickej sústavy pohybujúce sa koľajové vozidlo / trať, komfort cestovania, ekologické aspekty (prenos vibrácií a hluku do okolia železničných koridorov) a ďalšie úlohy sa riešia v súčasnosti dokonalejšími výpočtovými metódami modelujúcimi konštrukciu trate a pohybujúce sa koľajové vozidlo ako zloženú interakčnú mechanickú sústavu.

Mimoriadny význam sa prisudzuje experimentálnemu overovaniu zložitých interakčných javov pohybujúce sa koľajové vozidlo / trať a jeho účinkov na konštrukciu trate, ale aj účinkov prevádzky na okolie tratí a to meraním:

- priamo v neporušenej trati, v charakteristických aj extrémnych prevádzkových podmienkach (priame úseky, oblúky, výhybky, tunely, mosty), pre rôzne konštrukčné usporiadanie trate,
- v laboratórnych podmienkach.

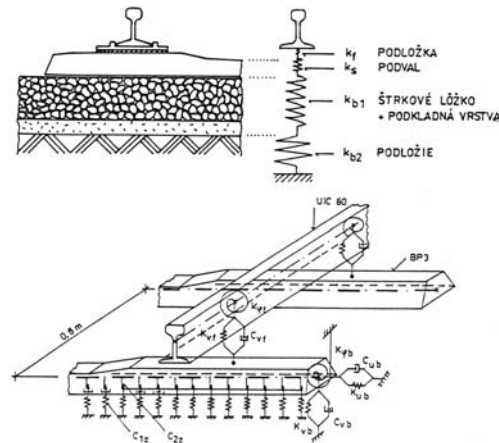
Vo vzťahu ku konštrukcii trate hovoríme o dynamickej interakcii zloženej mechanickej sústavy, v ktorej vystupujú charakteristické hmotné prvky konštrukcie trate ako zloženej mechanickej sústavy pospájané pružnými a tlmiacimi väzbami (obr.1):

- koľajové vozidlo / trať, resp. koleso / koľajnica (koľajový rošt),
- koľajový rošt / štrkové lôžko, resp. podval / štrkové lôžko
- štrkové lôžko / podložie / okolie tratí.

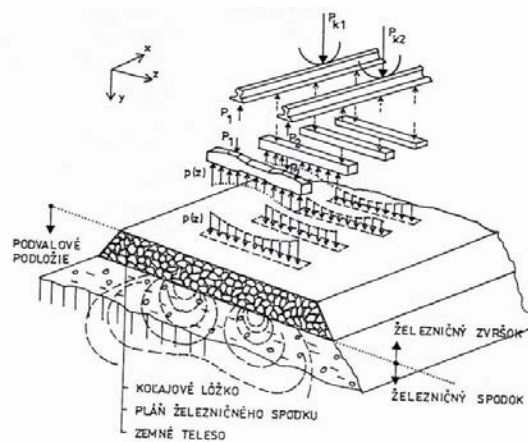
Každá z väzieb interakčných sústav má svoje špecifické vlastnosti, ladením ktorých ovplyvňujeme nielen spoľahlivosť a životnosť celej konštrukcie trate a koľajových vozidiel, ale aj prenos vibrácií a hluku do okolia železničnej trate.

Namáhanie konštrukcie trate je typickou priestorovou 3D úlohou, ktorá sa však obyčajne modeluje ako jednoduchšia rovinná 2D sústava, lebo tento výpočtový model dáva dobré výsledky pri riešení mnohých praktických úloh mechaniky tratí.

¹ Milan Moravčík, prof. Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, Katedra stavebnej mechaniky, 010 26 Žilina, Komenského 52
e-meil: mimo@fstav.uniza.sk



Obr. 1: Pružné väzby v konštrukcii trate a ich zavádzanie do výpočtových modelov



Obr. 2: Schéma prenosu silových účinkov konštrukciou trate

Pohybujúce sa koľajové vozidlá generujú v konštrukcii trate (koľajnice, podvaly, štrkové lôžko) priehyby, napätia a sily, ktoré všeobecne dosahujú vyššie hodnoty ako ich pri statickom pôsobení vozidiel, alebo pri nízkych rýchlostiach. Dynamický koeficient δ v týchto prípadoch má výrazný stochastický charakter a môže byť definovaný napríklad pomerom max. dynamického priehybu Y_{dyn} (Y = amplitúda priehybu koľajnice w_R alebo podvalu w_p) a statického priehybu Y_{st} , ale aj pomerom iných veličín, napríklad pomerného pretvorenia ε . Na základe experimentálnych meraní potom posudzujeme dynamické účinky cez dynamický koeficient $^{(exp)}\delta_{dyn}$:

$$^{(exp)}\delta_{dyn} = \frac{^{(exp)}Y_{dyn}}{Y_{st}} \tag{1}$$

Pomocou $^{(exp)}\delta_{dyn}$ môžeme vyhodnocovať dynamické silové účinky komponentov trate v prevádzkových podmienkach:

$$^{(exp)}P_{dyn} = P_{st} \cdot ^{(exp)}\delta = P_{st} \cdot \frac{^{(exp)}W_{dyn}}{W_{st}} = k \cdot ^{(exp)}W_{dyn} \tag{2}$$

kde: $P_{st} = k \cdot ^{(exp)}w_{st}$ je statické zaťaženie trate vyjadrené v pomocou vertikálnej tuhosti trate k a priehybu w_{st} .

Overovanie spoľahlivosti konštrukcie kontajneru jadrovej elektrárne na základe analýzy mikrostruktúry betónu

CONTAINMENT POWER PLANT STRUCTURE RELIABILITY VERIFICATION UPON THE CONCRETE MICROSTRUCTURE

Milan Moravčík¹

Abstract

The safe application of the concrete on the containment structure of power plants require recognise the conditions of exploited concrete structure – changes in microstructure and prediction the service life, mainly for specific environmental conditions (variable temperature, aging processes in concrete) in the power plants. The objective of this study is to definitive probable processes responsible for the premature reduction service life of concrete containment structure in the specific service time. And, if possible, to determine the major causes of the premature deterioration of the structure.

1 Betónová konštrukcia kontajneru jadrovej elektrárne

Bezpečné prevádzkovanie jadrových elektrární (JE) vyžaduje popri spoľahlivých technologických systémoch prevádzkovania jadrového reaktora aj spoľahlivú ochrannú funkciu kontajneru JE. Konštrukcia kontajneru JE sa buduje ako nosná železobetónová konštrukcia – plní statickú funkciu nosnej konštrukcie jadrového reaktora a technologických častí primárneho a sekundárneho okruhu, ale aj ochrannú funkciu prostredia pred rádioaktívnym žiarením z jadrového reaktora. Buduje sa ako masívna železobetónová konštrukcia (BK), pričom sa predpokladá jej vysoká životnosť, pričom spoľahlivosť BK sa posudzuje pre rôzne situácie, najmä:

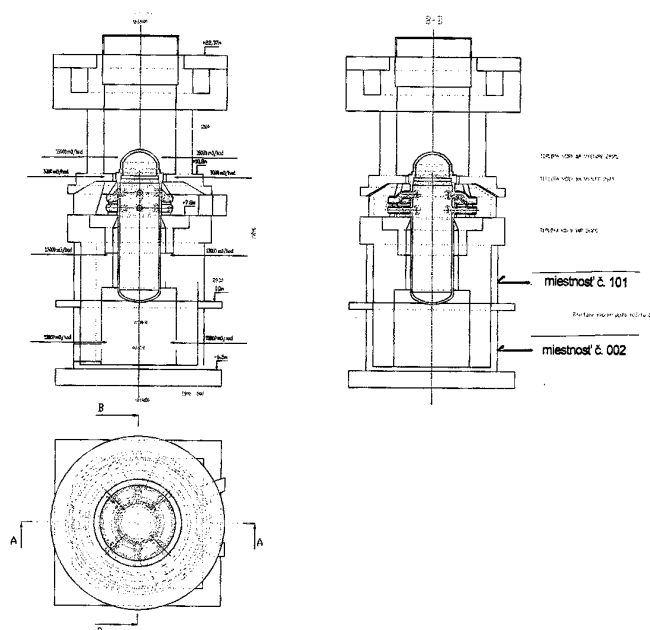
1/ Spoľahlivosť BK v bežnom prevádzkovom režime JE (prevádzkový režim bez havárii), kedy sú dominantné účinky technologického zaťaženia – zaťaženie teplotou, žiarením, prenikanie škodlivých látok do betónu, starnutím materiálov – zmeny fyzikálno-mechanických vlastností a pod.

2/ Spoľahlivosť pri mimoriadnom zaťažení konštrukcie – spoľahlivosť v havarijnom prevádzkovom režime JE :

- seizmické účinky,
- havarijné prevádzkové stavy na technologickom zariadení primárneho okruhu.

Tento príspevok sa zaoberá overovaním spoľahlivosti BK kontajneru existujúcich prevádzkovaných JE –J.Bohunice. Ide teda o hodnotenie spoľahlivosti BK v bežnom prevádzkovom režime JE (prevádzkový režim bez havárii), kedy sú dominantné účinky technologického zaťaženia a prostredia JE. Pre špeciálne podmienky prostredia JE sa ukazuje možný postup hodnotenia spoľahlivosti cez overovanie materiálových vlastností - betónu BK.

¹ Milan Moravčík, prof. Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, Katedra stavebném mechaniky, 010 26 Žilina, Komenského 52, e-mail: mimo@fstav.uniza.sk



Obr.1 Schéma miest vývrtov EBO II – V2_blok 3, miesta vývrtov z VI.2007

2 Štrukturálne zmeny v betóne konštrukcie kontajneru

Spôľahlivosť železobetónovej konštrukcie kontajneru JE v bežnom prevádzkovom režime súvisí najmä s degradáciou betónov, ktorá sa prakticky odohráva vo všetkých exploatovaných betónových konštrukciách (BK) v závislosti na ich funkcii, vplyve prevádzkových procesov a environmentálnych podmienkach. Ide o poznanie permanentne prebiehajúceho dynamického chemicko-fyzikálneho procesu zmien v štruktúre betónu, ktoré sa navonok prejavujú zmenou úžitkových vlastností celej konštrukcie (zmenou pevnosti, transportných procesov a pod.).

Všeobecne môžeme konštatovať, že všetky zmeny mechanicko-fyzikálnych vlastností betónu v JE sú dôsledkom práve chemicko-fyzikálnych zmien v mikroštruktúre materiálu, resp. environmentálneho vplyvu JE. BK v JE sú dlhodobo vystavené charakteristickým podmienkam prostredia, najmä:

- stacionárnemu a nestacionárnemu tepelnému zaťaženiu,
- transportným procesom vlhkosti zo strany jadrového reaktora,
- difúzne procesy škodlivých látok prostredia,
- účinky radioaktívneho žiarenia.

Vzhľadom na dlhodobé podmienky využívania BK kontajneru ide teda o predpoveď, resp. hodnotenie dlhodobých vlastností BK v špecifických podmienkach pôsobenia BK. Mnohé z prejavov degradácie betónu v rôznych podmienkach sú v súčasnosti dobre preskúvané. Niektoré prejavy degradácie BK naopak, treba však permanentne overovať a hodnotiť ich vplyv na predpokladanú funkčnosť konštrukcie.

Predmetom príspevku sú možné prístupy hodnotenie vlastností exploatovaných betónov kontajneru JE – stavu ich štruktúry a mikroštruktúry v bezporuchovom prevádzkovom režime JE. Takéto hodnotenie priamo súvisí so zmenami a degradáciou betónov v dôsledku chemických zmien prebiehajúcich v betóne a špecifického prostredia JE. Hodnotenie je aplikované na JE J. Bohunice blok 2, ktorý bol prevádzkovaný 30 rokov, obr.1. Hodnotia sa vlastnosti betónov, stav ich mikroštruktúry a korelácia s makroštrukturálnymi prejavmi a pevnostnými charakteristikami betónu.

MODELOVÁNÍ DEGRADACE BETONU MRAZEM

MODELING OF CONCRETE DAMAGE DUE TO FROST

Břetislav Teplý¹, Pavel Rovnaník²

Abstract

Consequences of frost effect on concrete are the scaling and internal damage with loss of mechanical properties. The paper is focused on the mathematical modelling of such effect.

1 Úvod

Tento příspěvek je zaměřen na betonové konstrukce, které mohou být vystaveny účinkům mrazu, resp. mrazových cyklů. Doposud používané způsoby hodnocení mrazuvzdornosti betonu, opírající se o současné normy jsou založeny na experimentálních zkouškách; nevýhodou je značná časová náročnost. Obecně jsou rozlišovány *dva typy účinku mrazu na beton* (více viz [1]):

Povrchové poškození (odpad, svaliny). Vzniká v povrchové vrstvě betonu, obvykle za přítomnosti solných roztoků a stupeň tohoto poškození je vyjádřen hmotností odloučeného betonu (tj. odpadem).

Porušení vnitřní struktury je způsobováno zmrznutím vody uvnitř betonu v těch jeho částech, kde nasycení vodou dosáhlo jistého stupně. Může dojít k degradaci fyzikálně-mechanických vlastností betonu, což je významné z hlediska trvanlivosti, i z hlediska mezních stavů únosnosti či použitelnosti. Tento druh poškození je obvykle kvantifikován pomocí poklesu dynamického modulu pružnosti E , méně často prostřednictvím délkového přetvoření.

Poškození materiálu a konstrukce je u těchto jevů svázáno se značnými nejistotami. Proto je účelné, aby analýza únosnosti, použitelnosti, životnosti a spolehlivosti konstrukce byla založena na pravděpodobnostním přístupu.

2 Modely

Existující modely jsou uvedeny a hodnoceny v plném textu na CD. Zde uvádíme jen model dle [2] pro vnitřní poškození (RMD je relativní dynamický modul v %)

$$D = a + b \left[(W / C)^c / A^d \right] \quad (1)$$

kde W = obsah vody (kg/m^3); C = obsah cementu (kg/m^3); A = obsah vzduchu (%); a, b, c, d = koeficienty (uvedeny v plném textu příspěvku).

Jestliže budeme vstupní veličiny W, C, A považovat za náhodné, pak je možno posuzovat také pravděpodobnostní podmínku

$$p\{\} = p\{D_{CR} - D < 0\} < p_0 \quad (2)$$

kde $p\{\}$ je pravděpodobnost vzniku poškození mrazem; D_{CR} = kritická hodnota RMD a p_0 je cílová (návrhová) pravděpodobnost poruchy.

¹ Prof. Ing. Břetislav Teplý, CSc., VUT v Brně, fakulta stavební, ústav chemie, Žižkova 17, 60200 Brno; teply.b@fce.vutbr.cz

² RNDr. Pavel Rovnaník, PhD., VUT v Brně, fakulta stavební, ústav chemie, Žižkova 17, 60200 Brno; rovnanik.p@fce.vutbr.cz

Některé výsledky hodnocení podmínky (2) pro čtyři druhy záměsí betonu experimentálně zkoumané v [3] uvádíme v následující tabulce (opět blíže viz text na CD) (s využitím softwaru FReET-D) pro různé stupně provzdušnění a dvě hodnoty D_{CR} .

	RDM testy	A = 0,5 %		1 %		1,5 %		2 %	
		p_f	β	p_f	β	p_f	β	p_f	β
pro $D_{CR} = 75 \%$									
1	36,8	≈ 1	< 0	0,3921	0,27	$1,926 \cdot 10^{-4}$	3,55	$3,487 \cdot 10^{-9}$	5,79
2	97,2	≈ 1	< 0	$2,428 \cdot 10^{-2}$	1,97	$1,149 \cdot 10^{-8}$	5,59	$2,979 \cdot 10^{-15}$	7,80
3	88,7	≈ 1	< 0	$3,332 \cdot 10^{-2}$	1,83	$3,048 \cdot 10^{-8}$	5,42	$1,139 \cdot 10^{-14}$	7,63
4	93,7	≈ 1	< 0	0,7939	< 0	$1,257 \cdot 10^{-2}$	2,24	$3,632 \cdot 10^{-6}$	4,49
pro $D_{CR} = 65 \%$									
4	93,7	≈ 1	< 0	$2,832 \cdot 10^{-2}$	1,91	$1,912 \cdot 10^{-7}$	5,08	$1,342 \cdot 10^{-13}$	7,31

Tab.1: Experimentálně zjištěné hodnoty RDM a pravděpodobnost dosažení $D_{CR} = 75\%$, resp. 65% dle (5) spolu s odpovídajícími indexy spolehlivosti β pro různé stupně provzdušnění

Z hodnot indexu spolehlivosti β uvedených tabulce zřetelně vyplývá silná citlivost spolehlivosti na míře provzdušnění. Poznamenejme, že pro mezní stavy trvanlivosti bývá doporučováno $\beta > 1,3$, hodnoty nižší znamenají nedostatečnou spolehlivost ve vztahu k D_{CR} a hodnoty $\beta < 0$ signalizují zcela nevhodné případy. Limitně přípustná míra poškození D_{CR} má tedy významný vliv na spolehlivost – srovnej výsledky pro beton 4.

Výběr dostupných numerických modelů je zatím nedostatečný; vytvoření dobře verifikovaného modelu, který by mohl sloužit k omezení časově náročných laboratorních testů, je úkol mimořádně obtížný a zatím zřejmě nesplněný. Nicméně i výše uvedené možnosti posuzování mají jistou vypovídací hodnotu a mohou již být využívány.

Poděkování

Tento příspěvek byl vypracován v rámci činnosti centra CIDEAS – projekt IM0579 (MŠMT ČR). Uvedené výsledky též souvisejí s řešením projektu GA-ČR 103/06/0674.

Literatura

- [1] Teplý, B. a Rovnaník, P. ÚČINKY MRAZU NA BETON. BETON TKS, 4/2007, 42-44
- [2] Penttala V.: FROM FREEZING AND THAWING PORE WATER PRESSURE TO CONCRETE STRESSES, IN: FROST RESISTANCE OF CONCRETE FROM NANO-STRUCTURE AND PORE SOLUTION TO MACROSCOPIC BEHAVIOUR AND TESTING, (edit by M.J. Setzer), Essen, Germany, 2002, 147-160
- [3] Cikrle, P., Hlaváč, Z., Bílek, V. a Mosler, T.: SLEDOVÁNÍ PORUŠENÍ STRUKTURY PRAŽCOVÝCH BETONŮ. SBORNÍK 4. KONFERENCE PREFABRIKACE A BETONOVÉ DÍLCE, 2007, 136-141

VLIV ŠÍŘKY ZÁŘEZU V KVAZIKŘEHKÉM VZORKU NAMÁHANÉM TŘÍBODOVÝM OHYBEM NA PRŮBĚH *L-D DIAGRAMU*: NUMERICKÁ STUDIE

INFLUENCE OF NOTCH WIDTH ON LOAD–DEFLECTION DIAGRAM
OF THREE-POINT BENDED QUASI-BRITTLE SPECIMEN: NUMERICAL STUDY

Ladislav Řoutil¹, Václav Veselý², Zbyněk Keršner³

Abstract

The paper deals with the influence of notch width on the shape of load–deflection diagram of notched quasi-brittle specimen loaded by three-point bending. Parametric study of numerical model of this test is presented. Also some notes about parameters of finite element mesh in the area over the notch and their influence on load–deflection diagram are reported.

1 Úvod

Při úvahách o lomovém chování kvazikřehkých konstrukcí či konstrukčních dílců z cementových kompozitů nelze opominout jejich lomově-mechanické parametry. Hodnoty těchto veličiny lze tradičně získat analýzou grafů zatížení–průhyb (*load–deflection diagram*) uprostřed rozpětí tělesa/trámce s centrálním zářezem v oblasti tažených vláken. Připomeňme, že výpočet hledaných parametrů je založen na principech lineární lomové mechaniky s předpokladem nulové šířky koncentrátoru napětí/trhliny. Tento předpoklad ovšem nelze prakticky splnit. Šířka zářezů vytvořených rozšířenými tradičními postupy činí obvykle více než jeden milimetr. Příspěvek nastiňuje výsledky numerické studie vlivu šířky zářezu na průběh *l–d diagramů* kontrolního trámce o rozměrech 100×100×400 mm (se zářezem do třetiny výšky trámce). Nedávno byly také publikované příspěvky připravené na pracovišti autorského kolektivu, které studují neméně důležité aspekty související s určováním hodnot lomově-mechanických parametrů z výsledků simulací kontrolních lomových experimentů – vliv relativní výšky zářezu, velikosti tělesa a parametrů sítě konečných prvků [2–5].

2 Simulace experimentů: vliv šířky zářezu na průběh *l–d diagramů*

Podklady pro tvorbu numerického modelu lomového experimentu – tříbodového ohybu trámce se zářezem – představovaly údaje o geometrii a experimentálně získané materiálové charakteristiky užitého cementového kompozitu. Nestandardně získávané parametry materiálového modelu či parametry bez přímé fyzikální interpretace byly generovány z hodnot krychelné pevnosti materiálu zkušebního tělesa. Výpočty proběhly v prostředí softwaru ATENA 2D [1].

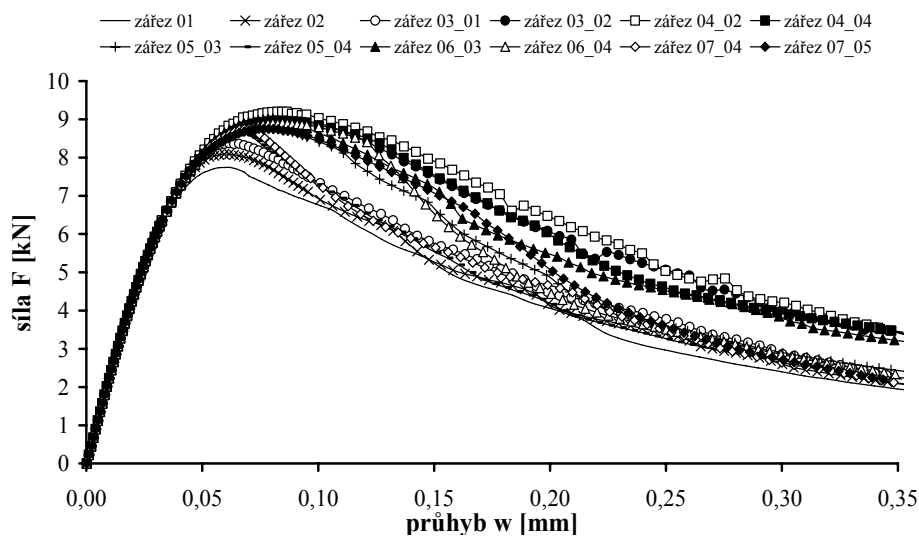
Odladěný numerický model posloužil pro parametrickou studii vlivu šířky zářezu na průběh *l–d diagramu*. Zvyšování šířky zářezu probíhalo na intervalu od 1 do 7 mm

¹ Ing. Ladislav Řoutil, VUT v Brně, FAST, Ústav stavební mechaniky, Veveří 331/95, 602 00 Brno, routil.l@fce.vutbr.cz

² Ing. Václav Veselý, Ph.D., dtto, vesely.v1@fce.vutbr.cz

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

s krokem 1 mm. V souladu s dříve publikovanými výsledky byl, počínaje šířkou zářezu 3 mm, sledován i vliv dělení sítě v oblasti nad zářezem. Také tento vliv graficky přibližuje obr. 1.



Obr. 1: Průběhy simulovaných $l-d$ diagramů pro různé šířky zářezů kontrolního tělesa

3 Závěr

Výsledky parametrické studie ukazují na podstatný vliv šířky zářezu kontrolního tělesa na oblast vrcholu a na sestupnou větev simulovaných $l-d$ diagramů. Naopak, na podstatné části vzestupné větve je sledovaný vliv malý. Dále se projevuje vliv dělení sítě konečných prvků po šířce oblasti nad zářezem. Plánuje se rozšíření sledované problematiky mj. na vliv tvaru zářezu/koncentrátoru napětí.

Poděkování

Tento výsledek byl získán za finančního přispění MŠMT, projekt IM0579, v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS.

Literatura

- [1] ČERVENKA, V., PUKL, R. ATENA DOCUMENTATION, CERVENKA CONSULTING, PRAGUE, 2005
- [2] DOLEŽEL, J., KABÁT, V., LAHNER, J., MARTINÁSEK, J., ŘOUTIL, L. NUMERICKÁ ANALÝZA PRŮBĚHU PORUŠENÍ BETONOVÉHO TRÁMCE ZA OHYBU – ČÁST I., SBORNÍK KONFERENCE JUNIORSTAV 2008, FAST VUT v BRNĚ, 2008
- [3] FRANTÍK, P., KERŠNER, Z., KLUSÁK, J., SEITL, S. LOMOVÁ HOUŽEVNATOST Z TŘÍBODOVÉHO OHYBU VZORKŮ Z KVAZIKŘEHKÝCH MATERIÁLŮ: KOREKCE VZHLEDEM K ŠÍŘCE ZÁŘEZU. IN: ČESKO – SLOVENSKÁ KONFERENCE EXPERIMENT '07, KDK FAST VUT v BRNĚ, BRNO, 77–80, 2007
- [4] KÍKA, O., KRATOCHVÍL, O., KRIŽAN, J., SADÍLEK, V., ŘOUTIL, L. NUMERICKÁ ANALÝZA PRŮBĚHU PORUŠENÍ BETONOVÉHO TRÁMCE ZA OHYBU – ČÁST II., SBORNÍK KONFERENCE JUNIORSTAV 2008, FAST VUT v BRNĚ, 2008
- [5] SEITL, S., KLUSÁK, J., KERŠNER, Z. VLIV ŠÍŘKY ZÁŘEZU NA RŮST TRHLINY PRO RŮZNÉ KONFIGURACE VZORKŮ PRO TŘÍBODOVÝ OHYB. MATERIALS ENGINEERING / MATERIÁLOVÉ INŽINIERSTVO, 14, 3, 213–219, 2007

DYNAMICKÁ SIMULACE LOMU TLAČENÉHO VZORKU

DYNAMIC SIMULATION OF CRACK PROPAGATION OF COMPRESSED SPECIMEN

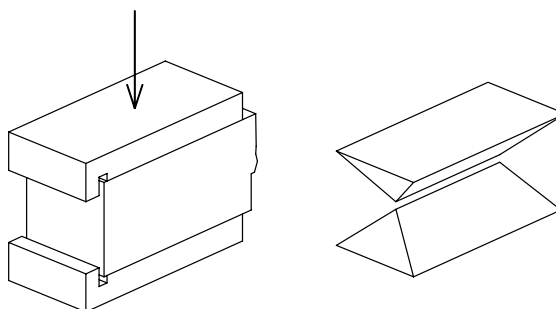
Petr Frantík¹

Abstract

The paper is focused on the results of the numerical simulation of crack propagation during a compression test of a specimen of quasibrittle material. An effective numerical method is used which is based on physical discretisation of the specimen material. The model produces several qualitatively different crack patterns depending on its parameters.

1 Úvod

Na Ústavu stavební mechaniky FAST VUT v Brně je dlouhodobě vyvíjena metoda i její implementace pro fyzikální diskretizaci kontinua, viz např. [1,2]. Implementace této metody (v jazyce C a Java) se již dostala do podoby schopné modelovat lomové procesy v kvazikřehkých materiálech. Tento článek se věnuje prvním výsledkům modelování tlakové zkoušky na vzorcích z cementových malt. Jedná se rovněž o volné navázání na článek [3] pojednávající o vlivu okrajových podmínek při modelování tlakové zkoušky. Konkrétně jde o průběh lomového procesu a vznik tlakových/smykových klínů pod ocelovými příložkami zatěžovacího zařízení, viz obr. 1.



Obr. 1: Tlačený vzorek z cementové malty a klínové útvary zbylé po zkoušce

2 Model

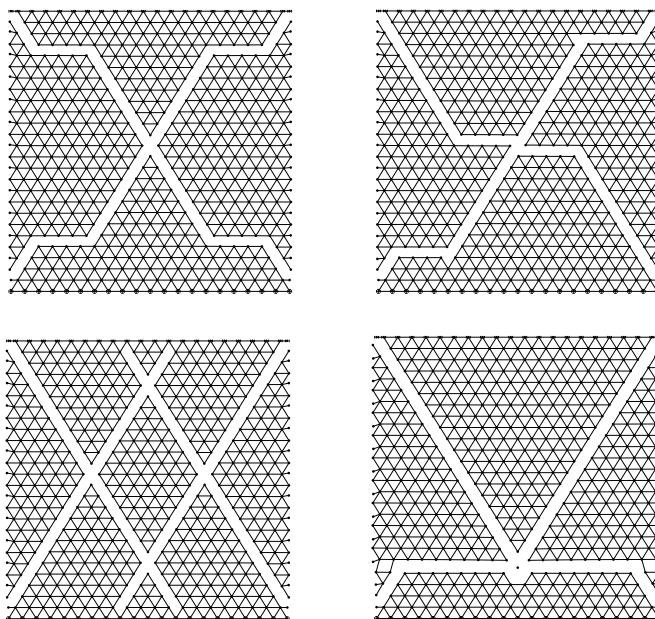
Model tlačeného vzorku tvaru je tvořen hmotnými body, které v sobě koncentrují jeho hmotnost. Tyto body na sebe navzájem působí prostřednictvím sítě interakčních pružin s definovanou silovou funkcí. Vlastnosti interakční funkce souvisí s fyzikálními vlastnostmi materiálu a volbou sítě hmotných bodů a pružin. Pro modelování tlačeného vzorku z cementové malty je vybrána interakční funkce užívaná pro vystižení kvazikřehkých materiálů. Lineární chování je omezeno v tlačené oblasti konstantní hodnotou odpovídající maximální tlakové síle v pružině; v tažené oblasti je po dosažení kritického posunutí (resp. maximální tahové síly) použita lineární sestupná závislost až do dosažení nulové hodnoty tahové síly. Poté je pružina považována za přetrženou.

¹ Ing. Petr Frantík, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky, Veveří 331/95, 602 00 Brno, e-mail: kitnarf@centrum.cz

Numerický model vzorku je formulován pomocí klasické mechaniky jako nelineární dynamický systém soustavou obyčejných diferenciálních rovnic. Tato soustava je řešena základními numerickými metodami (Euler, Runge-Kutta).

3 Průběh lomu

Modelován byl homogenní čtvercový vzorek rozdělený na 559 hmotných bodů situovaných do pravidelné, dokonale symetrické „trojúhelníkové“ sítě pružin. Při spodním okraji byl uchycen neposuvně v obou směrech; při horním okraji byl uchycen neposuvně v horizontálním směru, přičemž svislý posuv se měnil konstantní rychlostí. Úloha byla řešena s ohledem na kvalitativní hodnocení průběhu lomu. V závislosti na hodnotách parametrů interakční funkce vznikaly různé obrazce porušení, viz obr. 2.



Obr. 2: Charakteristické obrazce porušení modelu

Z obrazců porušení je patrné, že dochází k očekávanému formování klínových útvarů, které je do jisté míry dáno i strukturou sítě pružin. Navzdory tomu však model vykazuje překvapivou variabilitu a citlivost na zvolené parametry interakční funkce. U obrazců na obr. 2 nahoře se lom inicioval ve středu vzorku; spodní obrazce odpovídají iniciaci v rozích vzorku.

Poděkování

Projekt byl realizován za finančního přispění MŠMT ČR, projekt IM0579, v rámci činnosti Centra integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí.

Literatura

- [1] Frantík, P. DISKRÉTNÍ ŘEŠENÍ VZPĚRU PRUTU, seminář Problémy modelování, VŠB-TU Ostrava, 2002
- [2] Frantík, P. SIMULACE ZTRÁTY STABILITY ŠTÍHLÉHO PRUTU PŘI KROUCENÍ, konference Modelování v mechanice 2006, VŠB-TU Ostrava
- [3] Frantík, P., Keršner, Z., Štancl P. Vliv okrajových podmínek při modelování tlakové zkoušky, konference Modelování v mechanice 2005, VŠB-TU Ostrava

DYNAMICKÁ ANALÝZA VPLYVU TLAKOVEJ VLNY OD EXPLÓZIE NAD A POD TERÉNOM NA VÝŠKOVÚ BUDOVU

DYNAMICS ANALYSIS OF STRUCTURAL EFFECTS FROM ABOVE-GROUND EXPLOSION TO HIGH RISE BUILDING

Juraj Králik¹, Peter Rozsár²

Abstract

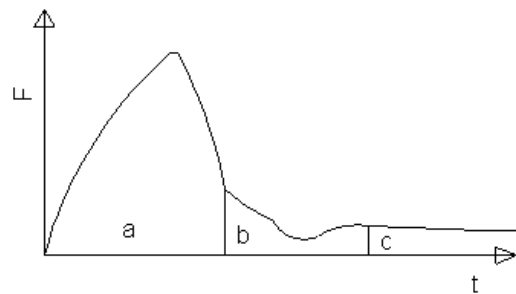
This paper deals with the problem of the structure resistance under influence of extreme loads from above-ground explosion. There is considered the shock wave propagation in the subsoil and in the air and the effect of the subsoil and space wave propagation to high rise building is evaluated. The wave propagation is simulated on 3D FEM model in software ANSYS on the base of the experimental results Yong Lu and Zhongqi Wang.

1 Úvod

Potenciálna možnosť explózie v blízkosti stavebných objektov a jej numerické simulácie sú v súčasnosti predmetom extenzívnych štúdií v celom svete. Zaťaženie pri explózii je charakterizované tlakovou vlnou šíriacou sa vo vzduchu, ako aj tlakovou vlnou šíriacou sa v podloží stavby. Numerické riešenie je značne komplikované pretože sa jedná na jednej strane o problém šírenia vln v nehomogénnom prostredí (vzduch, podložie) a na druhej strane je to problém riešenia odozvy od časovo premenných tlakov na konštrukciu. V tomto článku sme vychádzali z výsledkov experimentálneho merania šírenia vln, ktoré boli realizované na modeli autormi Yong Lu a Zhongqi Wang.

2 Zaťaženie explóziami a výpočtové metódy

Charakteristiky explózie, zahŕňajúc jej trvanie, sú založené na náhlom uvoľnení energie. Po okamžitej explózii sa plyny začínajú rozpínať. Tlaková vlna je definovaná ako pohybujúca sa časť okolitého média (vzduchu) hraničiacia s podložíom a plochou konštrukcie. Dynamické zaťaženie je charakterizované rýchlo rastúcou špičkou a poklesom zaťažovacej funkcie až po zánik vlny (obr.1). Priebeh možno charakterizovať tromi fázami – difrakčná, prechodová a doznievajúca fáza. Efekt zaťaženia závisí od druhu konštrukcie, jej geometrie a od štruktúry samotnej vlny od



Obr. 1 Impulz tlakovej vlny – závislosť sily F od času t

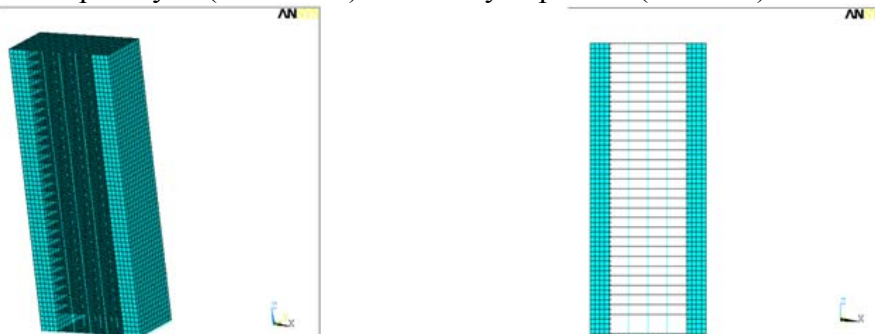
explózie. Explózia sa šíri v podloží ako rázové kmitanie zeme a zároveň aj vo vzduchu ako tlaková vlna. Tlaková vlna pôsobí jednak na povrch zeme a jednak na povrch konštrukcie v určitom časovom okamihu. Po náraze na povrch konštrukcie je táto namáhaná jednak tlakom vzduchu a jednak vibráciou zeme v podloží.

¹ Doc.Ing.Juraj Králik, PhD., Katedra stavebnej mechaniky, Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave, 813 68 Bratislava, Radlinského 11, tel. +421 (2) 59274690 (e-mail: juraj.kralik@stuba.sk)

² Ing.Peter Rozsár, Katedra stavebnej mechaniky, Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave, 813 68 Bratislava, Radlinského 11, tel. +421 (2) 52494332 (e-mail: peter.rozsar@stuba.sk)

3 Analýza odolnosti výškovej budovy

Odolnosť konštrukcie výškovej budovy na vplyv vonkajšej explózie sa riešila na príklade kombinovaného systému dvoch jadier tuhosti a stĺpov. Budova má pôdorysné rozmery 18 m x 36 m a výšku 93 m. Výpočtový model bol zostavený v programe ANSYS zo škrupinových (SHELL43) nosníkových prvkov (BEAM4).



Obr.2 MKP model výškovej budovy

Zaťaženie tlakovou vlnou ako časové funkcie tlaku sa prevzali z numerického experimentu Yong Lu a Zhongqi Wang [4]. Odozva sa riešila priamou Newmarkovou metódou integrácie v čase na časovú funkciu tlakov na steny budovy a základov.

Acknowledgement

The project was realized with the financial support of the Grant Agency of the Slovak Republic (VEGA). The project registration number is VEGA 1/0849/08.

4 Záver

Článok prezentuje metodiku posudzovania konštrukcií výškových budov na vonkajšie explózie ako teroristický akt. Špičky tlakov dosahujú hodnôt 100 až 200 krát vyšších ako zaťaženie tlakom od účinku vetra. Časový interval tlakového impulzu sa však pohybuje v stotínach sekúnd, a teda efekt tlaku sa viac prejaví lokálne porušením vonkajšieho plášťa budovy, prípadne vnútorných stien kolmo na smer tlakov. Z tohto pohľadu stenové konštrukčné systémy (panelové budovy) sú citlivé na účinok tlakov vzduchu od explózie. Analyzovaný kombinovaný konštrukčný systém jadro-stĺpy vykazuje dobrú odolnosť na namáhanie tlakovou vlnou od vonkajšej explózie. Tlaková vlna pôsobí na úzky pás nosnej steny jadra a jej účinok je tým zväčšej časti eliminovaný.

5 Literatúra

- [1] Bangash, M.Y.H.: IMPACT AND EXPLOSION. OXFORD: BLACKWELL SCIENTIFIC PUBLICATIONS, 1993
- [2] Juhásová E.: DYNAMIC RESISTANCE CAPACITY AND SEISMIC RESPONSE. IN: SKOPJE EARTHQUAKE - 40 YEARS OF EUROPEAN EARTHQUAKE ENGINEERING. 26-29 AUGUST 2003, IZIIS SKOPJE 2003. p. 65/1-8.
- [3] Yong,L.-Zhongqi,W.: CHARACTERIZATION OF STRUCTURAL EFFECTS FROM ABOVE-GROUND EXPLOSION USING COUPLED NUMERICAL SIMULATION, COMPUTERS AND STRUCTURES (2006), DOI:10.1016/J.COMPSTRUC.2006.05.002.
- [4] Králik,J.-Rozsár,P.: DYNAMICKÁ ANALÝZA ODOLNOSTI VÝŠKOVEJ STAVBY NA EXTRÉMNE ZAŤAŽENIE EXPLÓZIAMI. IN CD PROC.: 15. ANSYS USERS MEETING PRO ČR A SR, 3 - 5. ŘÍJNA 2007 LEDNICE, 14 PP. , ISBN 978-80-254-0301-3.

VPLYV SYMETRIE KONŠTRUKČNÉHO NOSNÉHO SYSTÉMU NA STATIKU A DYNAMIKU BUDOVY

EFFECTS OF SYMMETRY OF THE BEARING STRUCTURAL SYSTEM UPON THE STATICS AND DYNAMICS OF THE BUILDING

Oľga Ivánková¹, Monika Nagyová²

Abstract

The topic of this work is the static and dynamic analysis of multifunctional building. The calculation consists of static analysis from vertical and horizontal loads and from dynamic analysis from combination of vertical and seismic loads. The construction was calculated for all 4 areas of seismic risk. The maximum displacement values from adverse combinations are presented. These values fulfill the conditions specified in EN. The building is satisfying from the static and dynamic point of view.

1 Úvod

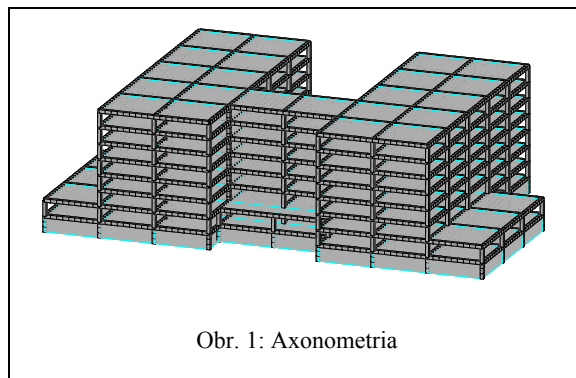
V súčasnom období nám výpočtová technika umožňuje tvoriť výpočtové priestorové modely, ktoré sú veľmi blízke reálnej konštrukcii. S modelovaním reálnych zaťažení, konštrukcie, správnej voľby materiálu a podlažia dosahujú inžinieri presnejšie výsledky a predpoklad skutočného správania sa budovy.

2 Modelovanie výškových budov

V programe NEXIS bol namodelovaný priestorový model skeletového nosného systému polyfunkčnej budovy symetrickej podľa jednej z osí.

Polyfunkčný objekt má sedem nadzemných a jedno podzemné podlažie. V podzemnom podlaží sa nachádzajú parkovacie priestory pre motorové vozidlá. Na prvom nadzemnom podlaží sa nachádzajú vstupné priestory, obchody, fitness, hygienické zariadenia pre návštevníkov, schodiská a výťahy. Navrhnutý

skeletový nosný systém sa skladá zo železobetónového skeletu kombinovaného stužujúcimi jadrami, ktoré prechádzajú celou výškou budovy. Základné prvky skeletu tvoria priestorovú rámovú konštrukciu: železobetónové stĺpy s prierezmi 500*500mm a výškou 3,3m, prievlaky s prierezmi 500*700mm sú doplnené stropnými doskami hrúbky 250 mm a dvoma železobetónovými jadrami s hrúbkou stien 300 mm. Osová



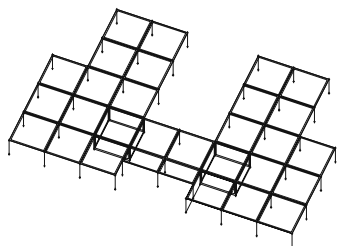
Obr. 1: Axonometria

¹ Doc. Ing. Oľga Ivánková, PhD., Katedra stavebnej mechaniky, SvF STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, e-mail: olga.ivankova@stuba.sk, tel.: 02/59274260.

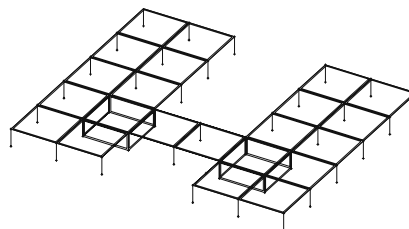
² Ing. Monika Nagyová, Katedra stavebnej mechaniky, SvF STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, e-mail: monika.nagyova@stuba.sk, tel.: 02/59274256.

vzdialenosť nosných stĺpov je 9 m. Základovú konštrukciu tvorí monolitická základová doska hrúbky 800 mm, na ktorej je založená celá budova.

Priestorová rámová konštrukcia kombinovaná so stužujúcimi jadrami ako potvrdila staticko-dynamická analýza dobre odoláva vodorovným účinkom vetra v smeroch pozdĺžnej aj priečnej osi pôdorysu objektu.



Obr. 2 Prízemie



Obr. 3 Typické podlažie

Výpočtový model bol vytvorený v programe IDA Nexis 32-3.40. Na vytvorenie priestorového modelu bolo využitých 20 514 prvkov 1D, 5780 prvkov 2D a 20 912 uzlov. V príspevku je spracovaná staticko-dynamická analýza konštrukcie, ktorá spočíva v porovnaní:

- vlastných tvarov kmitania,
- maximálnych premiestnení,
- vplyvu seizmicity a seizmických oblastí.

Výsledkom analýzy bolo posúdenie návrhu nosného systému železobetónovej konštrukcie na hodnoty vnútorných síl a deformácií jednotlivých prvkov určených pre najnepriaznivejšiu kombináciu zvislého zaťaženia a od účinkov vetra a seizmicity.

3 Záver

Konštrukcia bola navrhnutá s umiestnením v oblasti 4 seizmického rizika, pre ktorú vyhoveli všetky limitné posúdenia (I. a II. medzný stav). Skúmané boli aj modely z vyšších oblasti seizmického rizika, z ktorých oblasť 3 bola tiež vyhovujúca. No hodnoty maximálnych premiestnení a maximálnych vzájomných pootočení dvoch podlaží v oblastiach 1 a 2 prekročili hranicu limitných hodnôt.

Hodnoty premiestnení od najnepriaznivejších kombinácií zaťaženia vyhovujú hodnotám stanovených EN. Budova vyhovuje zo statického aj dynamického hľadiska.

Pod'akovanie

Príspevok bol vypracovaný za finančnej podpory zo štátnych prostriedkov prostredníctvom agentúry VEGA SR, registračné čísla projektov 1/0666/08 a 1/0849/08.

Literatúra

- [1] J.KRÁLIK: KOMPLEXNÁ ANALÝZA BEZPEČNOSTI A SPOLEHLIVOSTI JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ. POSTGRADUÁLNY KURZ, BRATISLAVA, 1996.
- [2] MELCER, J.: O MOŽNOSTI POUŽITIA PŘIBLIŽNÝCH VZŤAHOV V DYNAMICKÝCH VÝPOČTOCH. V ZBORNÍKU VII. VEDECKEJ KONFERENCIE S MEDZINÁRODNOU ÚČASŤOU, SEKCIA Č.9, STAVEBNÁ MECHANIKA, KOŠICE, 22.-24. 5. 2002, TU KOŠICE, 2002, S. 182-185.
- [3] KRÁLIK, J. – JAVOREK, T.: NUMERICAL ANALYSIS OF STEEL STRUCTURE BRACING SYSTEM WITH LINEAR AND NONLINEAR CHARACTERISTICS. IN : PROC. 8TH ANSYS USERS' MEETING, SVS BRNO, LEDNICE NA MORAVE, SEPT.2000.
- [4] ROSOVSKY, D.V.: STRUCTURAL RELIABILITY. PART OF PUBL. W.CHEN, THE CIVIL ENGINEERING HANDBOOK, CRC PRESS, W.F.CHEN ED. 1995, CLENSON UNIVERSITY, SC.

MODELOVÁNÍ ROZSÁHLÝCH GEOTECHNICKÝCH ÚLOH

MODELLING OF LARGE-SCALE GEOTECHNICAL PROBLEMS

Radim Blaheta¹

Abstract

The contribution deals with large-scale modelling of thermal, mechanical and hydrological processes in rocks, which are important for the assessment of many geotechnical projects including assessment of stability during mining activities, problems concerning deep underground deposition of the spent nuclear fuel and problems of microstructure modelling. The lecture focuses on the use of the finite element method and parallel computing procedures.

1 Introduction

The contribution deals with modelling of thermal, mechanical and hydrological processes in rocks, which are important for the assessment of many geotechnical projects. The modelling is extremely demanding, when one considers large time and spatial scale as well as some spatial details. The complexity can be further strengthened by considering couplings of some processes and possible nonlinearities. It gives a motivation for investigation of efficient numerical methods suitable for parallel computing.

Our interest will be focused on the finite element analysis of the THM processes. Then the application of parallel computing is easy for assembling the finite element matrices or other element-by-element computations and the crucial task is the development of parallel solution methods for the arising linear algebraic systems. Of course, there are parallelizable iterative solution methods but their efficiency should be enhanced by proper parallelizable preconditioning methods.

Our approach is based on overlapping domain decomposition and Schwarz-type preconditioning methods. For elliptic problems, well represented by linear elasticity or stationary heat or Darcy flow, we use Schwarz-type methods using subproblems defined on subdomains and additionally a coarse discretization of the whole problem. We show that such preconditioning can be efficiently implemented with inexact solution of the subproblems and a coarse discretization can be constructed algebraically by aggregation. Such solution method is then of a black-box type and can be successfully applied to the solution of many geotechnical problems.

The evolution heat transfer problems can be solved by time stepping algorithms. In this case, we show that for time steps appearing from standard adaptive time stepping schemes, the Schwarz-type methods are very efficient even without any additional coarse discretization.

The newest results have been obtained for the systems arising from solving Darcy flow problems by mixed finite elements, which guarantee local conservativeness and good approximation of velocities. Then the finite element matrices are not further positive definite and application of the Schwarz method is not direct. From several ways

¹ Prof. RNDr. Blaheta Radim, CSc., Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Studentská 1768, 708 00 Ostrava-Poruba, blaheta@ugn.cas.cz

how to overcome this situation, we shall show one technique based on grad-div-Schwarz preconditioner.

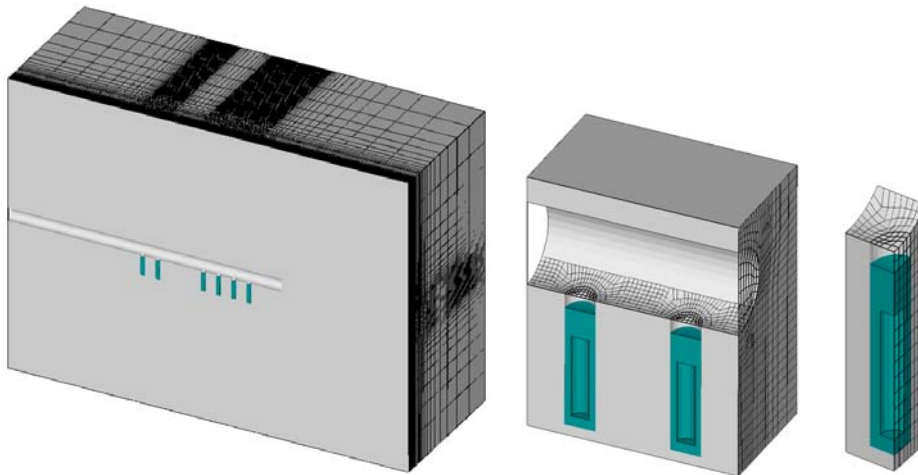


Fig. 1. Finite element mesh for the Äspö model, heat evolution, FEM with about 2.5 mil. nodes.

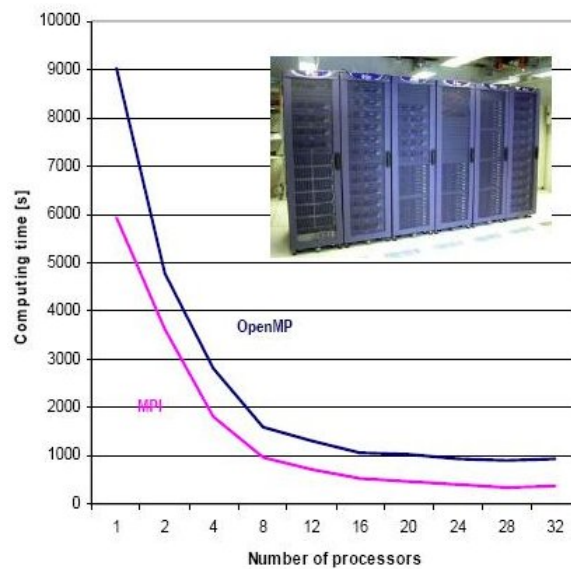


Fig. 2. Äspö model, computing time vs. number of processors for the heat evolution in period 50 years

The lecture overviews the methods, shows their application to real-life problems and discusses the application to more complicated problems.

Acknowledgements

This work has been supported by the grants IET400300415 and AV0Z30860518 of the Academy of Sciences of the Czech Republic and UPPMAX-P2004009 project of the UPPMAX Centre at Uppsala University.

MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ ODEZVY TĚLESA DŮLNÍ UZAVÍRACÍ HRÁZE NA DYNAMICKÉ ZATĚŽOVÁNÍ Odstřelem

MATHEMATICAL MODELLING OF THE THE EMERGENCY DAM SUBJECTED TO
THE DYNAMIC LOADING RESULTED FROM THE BLAST

Eva Hruběšová¹, Josef Aldorf², Petr Janas³

Abstract

The paper deals with the dynamic response of the emergency dam located in the drift obtained on the basis of 3D-mathematical modelling. For the modelling there was used the dynamic modulus DYNI integrated into the software CESAR LCPC (France) based on finite element method. On the basis of the realized analysis there were formulated recommendations for the thickness of the dam with respect to the construction material (Tekblend, Jb, Izolitex), the shape of the dam (conical, non-conical shape) and external stabilization of the dam in the rock mass.

1 Úvod

Cílem numerické analýzy dynamické odezvy hráze bylo stanovení minimální mocnosti výbuchovzdorné hráze používané v podzemí dolů při likvidaci požárů uzavíráním oblasti. Hráz musí zabránit potenciálnímu nebezpečí šíření rázové vzdušné vlny do důlních prostor. Z této základní funkce hráze plynou požadavky nejen na její tvar a rozměry, ale samozřejmě i na materiál použitý k její výstavbě. Použité materiály musí umožňovat rychlé postavení hráze i v obtížných podmínkách a musí garantovat odolnost hráze vůči potenciálnímu výbuchu již po 8 hodinách od jejího vybudování. V této fázi analýzy dimenze hráze byl vyhodnocen vliv materiálu hráze (tři typy materiálu), tvaru hráze (kónický nebo nekónický podélný tvar, tvar příčného průřezu obloukový), způsobu uchycení hráze v okolním prostředí (se zářezem a bez zářezu) a tuhosti okolního prostředí hráze (vápenec, uhlí). Charakteristiky dynamického zatížení vycházejí z podkladů dodaných firmou VVUÚ a.s.. Velikost maximální amplitudy dynamického zatížení byla uvažována konstantní (1.1 MPa). K modelování uvedené prostorové úlohy byl využit dynamický modul softwarového systému CESAR–LCPC 3D, distribuovaný francouzskou firmou ITECH, pracující na základě metody konečných prvků.

2 Geometrické a materiálové charakteristiky analyzovaných hrází

V rámci řešení projektu byla analyzována hráz s obloukovým příčným průřezem, a to ve dvou tvarových variantách v podélném směru (kónický tvar, nekónický tvar). V modelové analýze byla mocnost hráze ve směru podélné osy štoly uvažována variabilně – mocnost 1.6 m, 1.3 m, 1.1 m, 0.9 m a 0.6 m. Z hlediska uchycení tělesa hráze v okolním horninovém prostředí (zajištění vnější stability hráze) byla uvažována

¹ Doc. RNDr. Eva Hruběšová, Ph.D., VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra geotechniky a podzemního stavitelství, L. Poděšť 1875, Ostrava-Poruba, e-mail: eva.hrubesova@vsb.cz

² Prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc., VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra geotechniky a podzemního stavitelství, L. Poděšť 1875, Ostrava-Poruba, e-mail: josef.aldorf@vsb.cz

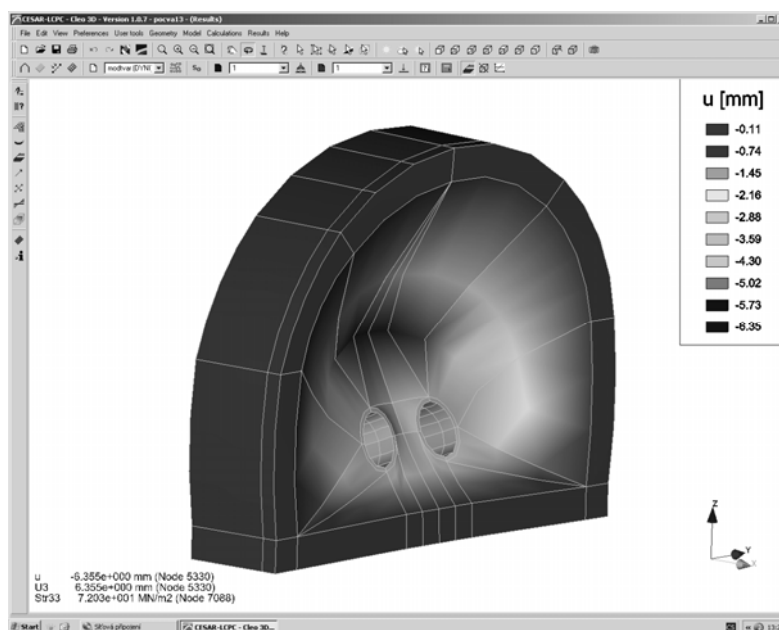
³ Doc. Ing. Petr Janas, CSc., VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, L. Poděšť 1875, Ostrava-Poruba, e-mail: petr.janas@vsb.cz

jednak nejméně příznivá varianta uchycení – varianta bez záseku (plošný kontakt s horninovým prostředím) a dále varianty s pravoúhlým zásekem hlubokým 40 cm, a to buď po celém obvodu tělesa hráze (včetně počvy) nebo varianta bez záseku v počvě. Modelová analýza byla provedena za předpokladu izotropního prostředí a pružného materiálového modelu. Celkově byl návrh mocnosti hráze proveden pro tři typy materiálů s tržními názvy Tekblend, Jb a Izolitex.

3 Analýza výsledků modelování a formulace doporučení pro dimenzování hráze

Vyhodnocení výsledků modelování ukázalo, že rozhodujícím kritériem dimenzování mocnosti hráze z hlediska její vnitřní stability je kritérium tahových napětí na vzdušné straně hráze. Z hlediska vnější stability hráze byl pak dále posuzován způsob uchycení hráze v okolním horninovém prostředí, a to s ohledem na velikosti smykových napětí vznikajících na kontaktu tělesa hráze s okolním prostředím.

Při použití materiálu Tekblend je doporučovanou tloušťkou vyhovující kritériu tahové pevnosti hodnota 1.3 m, a to jak pro hráze kónického tvaru, tak i hráze nekónické se zářezem po celém obvodě. Pro materiál Jb vyhovují požadavku stability hráze s mocností minimálně 1.6 m, pro všechny analyzované konstrukce hrází z materiálu Izolitex je doporučovaná minimální mocnost hráze 1.7 m.



Obr. 1 Průhyb hráze nekónického tvaru o mocnosti 1.3 m se zářezem po obvodu

Tento příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu ČBÚ 48-06 „Navržení nového typu uzavíracích hrází z hlediska konstrukce a použitých materiálů, bezpečnosti pracovníků v hlubinných dolech a v podmínkách podzemního stavitelství“

ŠKÁLOVATELNÉ PARALELNÍ ALGORITMY PRO ŘEŠENÍ KONTAKTNÍCH ÚLOH MECHANIKY

SCALABLE PARALLEL ALGORITHMS FOR THE SOLUTION OF CONTACT PROBLEMS OF MECHANICS

Zdeněk Dostál¹, David Horák², Vít Vondrák³

Abstract

We briefly review our recent results in development of algorithms for the parallel solution of large scale contact problems of mechanics. The algorithms combine our variant of the FETI methods, which we coined TFETI, with our in a sense optimal algorithms for the solution of quadratic programming problems in a way which guarantees optimal (asymptotically linear) complexity. The results of numerical experiments show that such efficiency can be observed in practice.

1 Algoritmus a hlavní teoretické a experimentální výsledky

Kontaktní úlohy se zabývají určením napětí a deformací soustavy těles ve vzájemném kontaktu, přičemž se nepředpokládá, že jsou předem známy části hranic těles, ve kterých se tělesa vzájemně dotýkají. V tomto příspěvku velmi stručně poreferujeme o našich nedávných výsledcích ve vývoji škálovatelných algoritmů pro řešení těchto úloh. Připomeňme, že algoritmus je numericky škálovatelný, když pracnost výpočtu roste téměř přímo úměrně s počtem neznámých, a paralelně škálovatelný, když doba výpočtu je přibližně nepřímo úměrná počtu procesorů. Pro lineární úlohy byly takové algoritmy nalezeny počátkem devadesátých let. Námi používané algoritmy kombinují nové, v jistém smyslu optimální algoritmy [2,3,8] s různými variantami metod rozložení oblasti [1,4,5,6,7]. Podařilo se exaktně dokázat, že nové algoritmy jsou skutečně škálovatelné, a to jak pro úlohy diskretizované FEM, tak BEM. V Tab.1 jsou výsledky numerických experimentů pro různé kroky diskretizace h a rozložení oblasti H .

H	1	1/2	1/4	1/8
↓ H/h procesorů →	2	8	16	16
128	33282/41.95 28	133128/89.50 59	532512/74.9 36	2130048/421.5 47
32	2178/0.20 33	8712/0.50 33	34848/1.48 30	540800/11/66 37
8	162/0.03 10	648/0.10 20	2592/0.39 23	10365/2.06 27

Tab. 1: Škálovatelnost FETI pro modelovou variační nerovnici: dimenze/čas v sec. , tučně je počet násobení matice a vektoru.

¹ Prof. RNDR. Zdeněk Dostál, DSc. FEI VŠB-TU Ostrava, Katedra aplikované matematiky, 17.Listopadu 15, Ostrava. E-mail: zdenek.dostal@vsb.cz

² Ing. David Horák, Ph.D., FEI VŠB-TU Ostrava, Katedra aplikované matematiky, 17.Listopadu 15, Ostrava. E-mail: david.horak@vsb.cz

³ Doc. Vít Vondrák, Ph.D., FEI VŠB-TU Ostrava, Katedra aplikované matematiky, 17.Listopadu 15, Ostrava. E-mail: vít.vondrak@vsb.cz

2 Závěr

Algoritmy umožňují řešit bez jakékoliv modifikace semikoercitivní úlohy, tj. úlohy s tělesy, která nejsou plně uchycena. Hlavní teoretický výsledek lze interpretovat i tak, že lze omezit počet iterací potřebný k řešení kontaktní úlohy s libovolným počtem podobných těles. Algoritmy umožňují řešit kontaktní úlohy s desítkami milionů neznámých. V současné době se jejich prvky implementují na různých pracovištích s cílem řešit dynamické úlohy, úlohy s třením a úlohy kontaktní tvarové optimalizace.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory ze státních prostředků prostřednictvím Grantové agentury České republiky číslo 201/07/0294 a výzkumného záměru MŠMT č. MSM6198910027.

Literatura

- [1] Bouchala, J., Dostál, Z., Sadowská, M. SCALABLE BETI FOR VARIATIONAL INEQUALITIES. IN: U. LANGER ET AL., (EDS.) DOMAIN METHODS IN SCIENCE AND ENGINEERING XVII. SPRINGER, LECTURE NOTES IN COMPUTATIONAL SCIENCE AND ENGINEERING (LNCSE) 60, BERLIN 167-174 (2008)
- [2] Dostál, Z. AN OPTIMAL ALGORITHM FOR BOUND AND EQUALITY CONSTRAINED QUADRATIC PROGRAMMING PROBLEMS WITH BOUNDED SPECTRUM. COMPUTING, 78, 311-328 (2006)
- [3] Dostál, Z. INEXACT SEMI-MONOTONIC AUGMENTED LAGRANGIANS WITH OPTIMAL FEASIBILITY CONVERGENCE FOR QUADRATIC PROGRAMMING WITH SIMPLE BOUNDS AND EQUALITY CONSTRAINTS. SIAM J. NUMER. ANALYSIS, 45, 2, 500-513 (2007)
- [4] Dostál, Z., Horák, D. THEORETICALLY SUPPORTED SCALABLE FETI FOR NUMERICAL SOLUTION OF VARIATIONAL INEQUALITIES. SIAM JOURNAL ON NUMERICAL ANALYSIS, 45, 500--513 (2007)
- [5] Dostál, Z., V., Horák, D., Kučera, R., Vondrák, V., Haslinger, J., Dobiáš, J., Pták, S. FETI BASED ALGORITHMS FOR CONTACT PROBLEMS: SCALABILITY, LARGE DISPLACEMENTS, AND 3D COULOMB FRICTION. COMPUTER METHODS IN APPLIED MECHANICS AND ENGINEERING 194, 2-5, 395--409 (2005)
- [6] Dostál, Z. , Horák, D., Stefanica D. A SCALABLE FETI-DP ALGORITHM FOR COERCIVE VARIATIONAL INEQUALITIES. IMACS JOURNAL APPLIED NUMERICAL MATHEMATICS, 54, 3-4, 378--390 (2005)
- [7] Dostál, Z. , Horák, D., Stefanica D. A SCALABLE FETI--DP ALGORITHM FOR SEMI-COERCIVE VARIATIONAL INEQUALITIES. COMPUTER METHODS IN APPLIED MECHANICS AND ENGINEERING 196, 8, 1369-1379 (2007)
- [8] Dostál, Z. , Schöberl, J. MINIMIZING QUADRATIC FUNCTIONS OVER NON-NEGATIVE CONE WITH THE RATE OF CONVERGENCE AND FINITE TERMINATION. COMPUTATIONAL OPTIMIZATION AND APPLICATIONS, 30,1, 23-44 (2005)
- [9] Dostál, Z., Vondrák, V., Horák, D., Farhat, C., Avery, Ph. SCALABLE FETI ALGORITHMS FOR FRICTIONLESS CONTACT PROBLEMS. IN: U. LANGER ET AL., (EDS.) DOMAIN METHODS IN SCIENCE AND ENGINEERING XVII. SPRINGER, LECTURE NOTES IN COMPUTATIONAL SCIENCE AND ENGINEERING (LNCSE) 60, BERLIN 263-270 (2008)

ANALÝZA SPOLEHLIVOSTI NOSNÍKŮ NA PRUŽNÉM NELINEÁRNÍM PODLOŽÍ

RELIABILITY ANALYSIS OF BEAMS ON ELASTIC NONLINEAR FOUNDATION

Karel Frydryšek¹

Abstract

This paper is focused on the solution of simple beam continually supported by elastic (Winkler's) foundation. The foundation contains longitudinal nonlinearity. For the calculation of displacements and bending stresses are derived and applied some analytical procedures (approximate solution in the form of polynomial function) and probabilistic approaches (SBRA method, Monte Carlo Simulation Method, AntHill software). Probabilistic approach includes influences of variability of load, shape and material of the beam, and variability of modulus of the foundation. Probabilistic approach is used for the reliability expertise of the beam and calculation of safety.

Extended Abstract

Let us consider the straight beam of length L on elastic nonlinear foundation, see Fig.1. The beam is exposed to one vertical force F . Modulus of the foundation $K(x)/Nm^{-3}$ is given by linear function:

$$K(x) = K_0 + \frac{K_L - K_0}{L}x = K_0 + K_1x.$$

In this case, the differential eq. can be written in the form: $\frac{d^4v}{dx^4} + \frac{(K_0 + K_1x)b}{EJ_{ZT}}v = 0$. The

approximate solution (i.e. deflection v /m/) must satisfy the basic boundary and equilibrium conditions and can be found in the form of polynomial function:

$$v = v(x) \approx b_0 + \sum_{i=1}^6 \frac{b_i}{i} x^i, \text{ where: } b_0 \text{ /m/},$$

b_1 /1/, ..., b_6 /m⁻⁵/ are unknown constants. The accuracy of analytically derived results was also checked by ANSYS software. The beam is solved via probabilistic approach (i.e. all inputs are given by bounded (truncated) histograms, AntHill software) which is the modern and new trend of the solution of mechanical systems. The probabilistic approach can truly include the real variability of all inputs (i.e. variability of "I" shape $b = 0.09 \pm 9 \times 10^{-4}$ m, $h = 0.2 \pm 2 \times 10^{-3}$ m, $J_{ZT} = 2.16 \times 10^{-5} \pm 6.5 \times 10^{-7}$ m⁴, material:

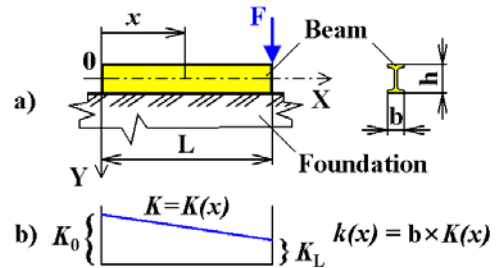


Fig. 1. Solved Example of the Beam on Elastic Nonlinear Foundation.

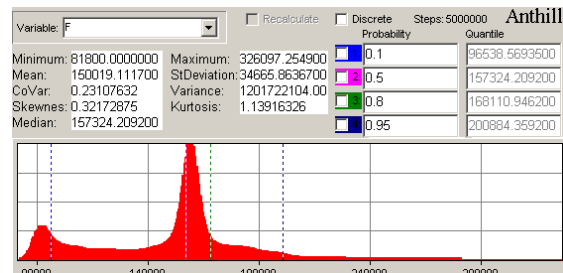


Fig. 2. Histogram of Input Parameter F/N .

¹ Ing. Karel FRYDRÝŠEK, Ph.D., ING -PAED IGIP, VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní, Katedra pružnosti a pevnosti, 17.listopadu 15, 708 33, tel.: +420 597324552, e-mail: karel.frydrysek@vsb.cz.

$E = 1.8 \times 10^{11} \pm 9 \times 10^9$ Pa, yield stress $R_e = 162.361 \times 10^{11} \begin{smallmatrix} +77.587 \\ -43.345 \end{smallmatrix}$ MPa, load $F = 157324.2 \begin{smallmatrix} +168773.1 \\ -75524.2 \end{smallmatrix}$ N (Fig.2) and also variability of modulus of the foundation: $K_0 = 1.125 \times 10^{11} \pm 3.375 \times 10^{10}$ Nm⁻³, $K_L = 1.125 \times 10^{11} \pm 3.375 \times 10^{10}$ Nm⁻³.

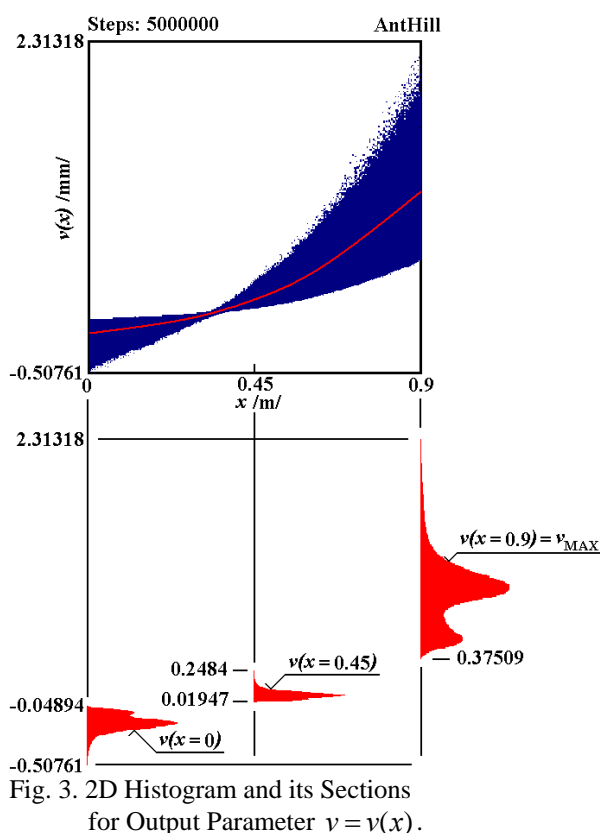


Fig. 3. 2D Histogram and its Sections for Output Parameter $v = v(x)$.

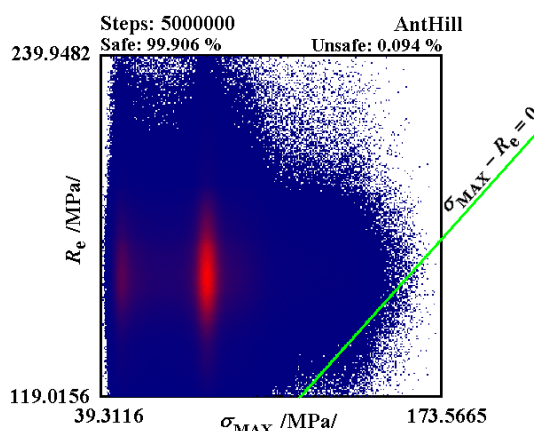


Fig. 4. 2D Histogram of Output Parameters (Yield Stress Versus Maximal Stress) For Calculation of F_S .

Probability analysis was done by AntHill software via Simulation-Based Reliability Assessment (SBRA) Method for 5×10^6 simulations by Monte Carlo Method. For example see Fig.3 and 5. The function of safety F_S (reliability factor) is defined by: $F_S = R_e - \sigma_{MAX}$. Hence, the probability that $F_S \leq 0$ is

$9.3571 \times 10^{-4} \approx 0.094\%$ In other words, 0.094% of all states will result in yielding. For more details (derived analytical solution, results etc.) see full version of this paper.

Acknowledgement

The work has been supported by the grant project GAČR 103/07/0557.

References

- [1] FRYDRÝŠEK, K., NOSNÍKY A RÁMY NA PRUŽNÉM PODKLADU 1, VŠB-TU Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Ostrava, 2006, CZ, pp.463.
- [2] FRYDRÝŠEK, K., NOSNÍKY A RÁMY NA PRUŽNÉM PODKLADU 2 - sylabus, VŠB-TU Ostrava, CZ, in print.
- [3] MAREK, P., FRYDRÝŠEK, K., RELIABILITY ANALYSIS OF A BEAM ON ELASTIC FOUNDATION, In: Book of extended abstracts, 9th International Scientific Conference Applied Mechanics 2007, Department of Mechanics of Materials, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB-Technical University of Ostrava, Ostrava, CZ, 2007, pp.159-160 (full version also on CD).
- [4] MAREK, P., GUŠTAR, M., ANAGNOS, T., SIMULATION-BASED RELIABILITY ASSESSMENT FOR STRUCTURAL ENGINEERS, CRC PRESS, INC., BOCA RATON, FLORIDA, USA, 1995, PP.365.

PROBABILISTIC ASSESSMENT OF NPP CONCRETE CONTAINMENT, HERMETIC DOORS AND COVERS PENETRATION FOR PSA 2 ANALYSIS OF REACTOR VVER 440/213

PRAVDEPODOBNOSTNÝ ODHAD PENETRÁCIE BETÓNOVEJ OBÁLKY, HERMETICKÝCH DVERÍ A POKLOPOV JE PRE ANALÝZY REAKTORA VVER 440/213 PSA 2. ÚROVNE

Juraj Králik¹

Abstract

This paper describes the probabilistic assessment of NPP concrete containment and technologically steel segment penetration for Probabilistic Safety Analysis (PSA) level 2 of VVER 440/213 in the case of an accident. There is showed summary of calculation models and calculation methods for the probability analysis of the structural integrity considering load, material and model uncertainties. The numerical simulations on the base of LHS method were realized in the system ANSYS and FReET.

1 Introduction

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 general purpose of the probability analysis of the containment integrity was to define the critical places of the structure elements and to estimate the structural collapse. Following the results from LOCA scenarios the probability check of the structural integrity may be realized for the random value of the loads and material properties by modified LHS method. For a complex analysis of the concrete structure for different kind of loads, ANSYS software and the program CRACK (created by Králik) were provided to solve this task. The building of the power block was idealized with a discrete model consisting of 28 068 elements with 104 287 DOF (see Fig.1).

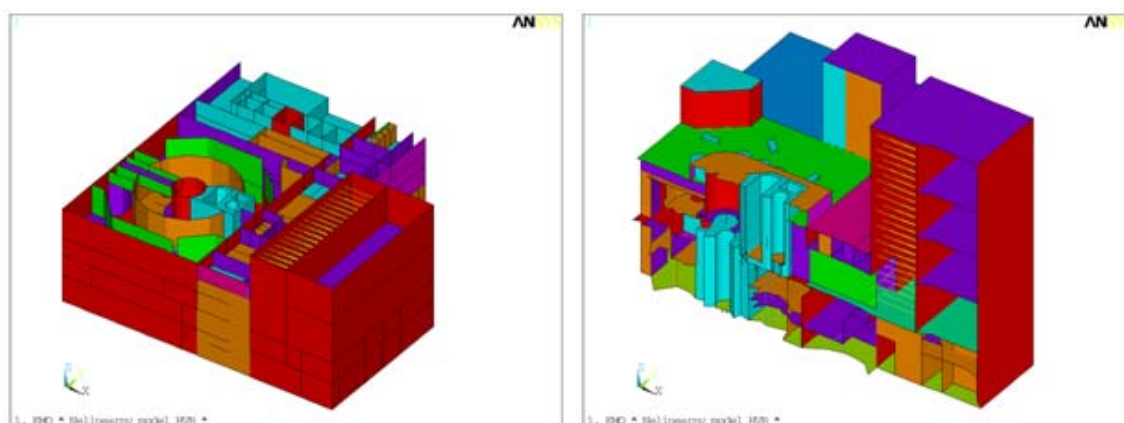


Fig.1 Calculation model of NPP building

¹ Doc.Ing.Juraj Králik, PhD., Slovak University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of structural mechanics, Bratislava, Radlinského 11, tel. +421 (2) 59274690 (e-mail: juraj.kralik@stuba.sk)

2 Scenario for LOCA loads

The accident scenario was defined by VÚJE Trnava in accordance with code MELCOR 1.8.5. The guillotine cutting of the $\varnothing 32\text{mm}$ and the large break LOCA of the $2 \times \varnothing 500\text{mm}$ cold leg in the containment were considered. The temperature in the containment increased during the LOCA accident. The peaks of the temperature are equal to 130°C in accordance to thermodynamic analysis. The effect of these temperature peaks is minimal during the accident and the acting of the overpressure loads. In the case of the harmonic amplitude of temperature the phase angle for concrete walls is superior to 24 hours. The strength of the concrete after LOCA accident increases about to 10% in consequence of the temperature loads during the accident.

3 Probabilistic analysis of containment structures

The methodology of probabilistic analysis of integrity of reinforced concrete containment results from international standard requirements and experiences from their applications. In this report the LHS simulation method to solve the reliability considering the resistance of the concrete structure and steel technology segments were considered. The previous design analysis, calculations and additions include various uncertainties, which determine the results of probability bearing analysis of containment structural integrity is presented in the report [].

4 Conclusion

The paper proposes the methodology of the PSA 2 level analysis of the NPP hermetic structures penetration under accident events. The general purpose of the probability analysis of the containment integrity was to define the critical places of the structure elements and to estimate the structural collapse. The uncertainties of the loads level (longtime 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. 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 rooms A525 and A526 under steam generator box. Their failure pressure is equal to $p_{u,0,95}=486\text{kPa}$ (95% failure probability).

Acknowledgement

The project was realized with the financial support of the Grant Agency of the Slovak Republic (VEGA). The project registration number is VEGA 1/0849/08.

References

- [1] Králik, J., Králik, J. jr.: PROBABILITY ASSESSMENT OF INTEGRITY LOSS OF NPP HERMETIC STRUCTURES UNDER ACCIDENT EVENT. REP. 0086*A*3-1-EMO2-PSA-RELKO1/07, RELKO, BRATISLAVA, 2007.
- [2] Králik, J.: SAFETY AND RELIABILITY ANALYSIS OF CONCRETE CONTAINMENT CONSIDERING CONCRETE CRACKING DUE TO LOSS COOLANT ACCIDENT, INŽINIERSKÉ STAVBY, ROČ. 50, 2002, Č. 3, PP. 24-30.
- [3] Králik, J.: PROBABILITY NONLINEAR ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE CONTAINMENT DAMAGE DUE TO HIGH INTERNAL OVERPRESSURE. ENGINEERING MECHANICS. VOL. 12, 2005, NO. 2, P. 113-125, EACR BRNO 2005, ISSN 1210-2717.

DETERMINISTICKÁ A PRAVDEPODOBNOSTNÁ ANALÝZA VPLYVU EFEKTU PORUCHOVEJ TORZNEJ EXCENTRICITY NA SEIZMICKÚ ODOLNOŠŤ SYMETRICKÝCH VÝŠKOVÝCH BUDOV

DETERMINISTIC AND PROBABILISTIC ANALYSIS OF ACCIDENTAL TORSIONAL EFFECT INFLUENCE ON THE SEISMIC RESISTANCE OF SYMMETRICAL HIGH RISE BUILDINGS

Juraj Králik¹, Juraj Králik,jr.²

Abstract

This paper presents the results from the deterministic and probabilistic seismic analysis of the influence of accidental torsional effect on symmetrical high rise buildings.

1 Introduction

Recent advances and the general accessibility of information technologies and computing techniques give rise to assumptions concerning the wider use of the probabilistic assessment of the reliability of structures through the use of simulation methods [1, 2, and 3]. This paper presents the comparison of deterministic and probability method to analyze of uncertainties in the location of masses and in the spatial variation of the seismic motion influence on various symmetrical high rise buildings.

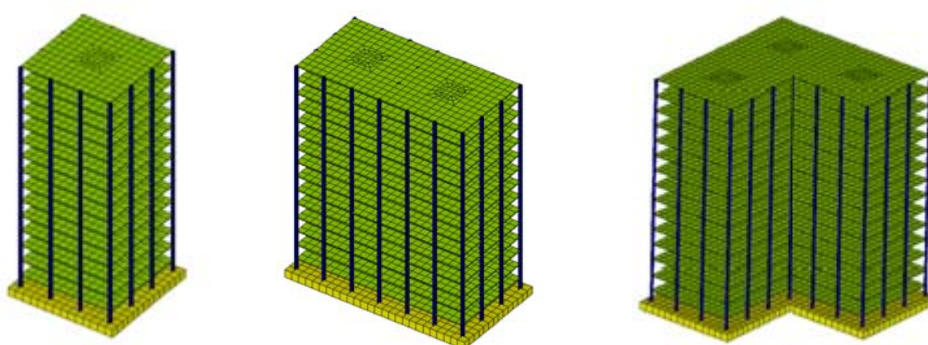


Fig.1. Model VSB1-bisymmetrical, VSB2 -one symmetrical and VSB3 - L symmetrical

2 Seismic analysis of high rise buildings

The Eurocode requires, that the seismic resistance of structures must be checked to the accidental torsion effects which is defined in ENV 1998 as follow

$$e_{ai} = \pm 0,05 \cdot L_i \quad (1)$$

where e_{ai} is an accidental eccentricity of storey mass i from its nominal location, applied in the same direction at all floors, L_i is a floor-dimension perpendicular to the direction of the seismic action. In the case of probabilistic analysis this effect should be

¹ Doc.Ing.Juraj Králik, PhD., Slovak University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of structural mechanics, Bratislava, Radlinského 11, tel. +421 (2) 59274690 (e-mail:juraj.kralik@stuba.sk)

² Ing.Juraj Králik, Slovak University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of structural mechanics, Bratislava, Radlinského 11, tel. +421 (2) 52494332 (e-mail:juraj_kralik@stuba.sk)

considered as variable nonsymmetrical distribution of masses. The seismic analysis of is considered on three types of high rise buildings – one is the biaxial symmetrical structures with one central core, second is with two central cores and third is with three cores and columns. A 15 storey buildings with the prismatic, square cross-section and constant storey height of 3m, shown in Figs. 1 are considered. The influence of accidental torsional effects is presented in table 1. There are compared the extreme interstorey drifts and extreme shear forces from deterministic and probabilistic analysis.

Method	Model	Extreme interstorey drift [mm] $d_i=37,5\text{mm}$				Extreme shear force[kN] $V_R=1990\text{kN/m}$			
		Min	Max	Mean	St.dev	Min	Max	Mean	St.dev
Model of high rise building with one reinforced concrete core – VSB1									
Deterministic	VSB1d	-	15,72	-	-	-	1009,5	-	-
	VSB1de	-	26,11	-	-	-	1349,2	-	-
Probabilistic	VSB1p	7,73	22,15	13,56	3,99	710,15	2356,0	1316,3	321,2
Model of high rise building with two reinforced concrete cores – VSB2									
Deterministic	VSB2d	-	18,19	-	-	-	841,2	-	-
	VSB2de	-	31,72	-	-	-	1416,7	-	-
Probabilistic	VSB2p	8,34	28,84	15,21	3,72	712,36	2481,6	1364,8	339,5
Model of high rise building with three reinforced concrete cores – VSB3									
Deterministic	VSB3d	-	9,39	-	-	-	517,2	-	-
	VSB3de	-	35,37	-	-	-	1537,8	-	-
Probabilistic	VSB3p	4,16	14,45	7,49	1,98	429,4	1514,0	758,3	211,8

Tab. 1 Comparison of deterministic and probabilistic analysis

3 Conclusion

The methodology of the deterministic and probabilistic analyses of the seismic resistance of the high rise buildings was presented. In the case of deterministic seismic analysis the accidental eccentricity of masses is defined in the Eurocode. The random distribution of mass eccentricity on the building slab was considered as the linear approximation of the distribution of live load on all the floors. From the summary of the results it follows that the unequal distribution of the masses has the significant influence on the structure seismic resistance. The deterministic analysis with the eccentricity of masses give us more conservative results as probabilistic analysis.

ACKNOWLEDGEMENT

The project was realized with the financial support of the Grant Agency of the Slovak Republic (VEGA). The project registration number is VEGA 1/0849/08.

Literature

- [1] JCSS-OSTL/DIA/VROU-10-11-2000, PROBABILISTIC MODEL CODE, PART 1, BASIS OF DESIGN, WORKING MATERIAL, [HTTP://WWW.JCSS.ETHZ.CH/](http://www.jcss.ethz.ch/), 2001.
- [2] JANAS, P., KREJSA, M. A KREJSA, V.: STRUCTURAL RELIABILITY ASSESSMENT USING DIRECT DETERMINED FULLY PROBABILISTIC CALCULATION, PROCEEDINGS OF 3RD INTERNATIONAL ASRANET COLLOQUIUM 2006, (ABSTRACT P.8, FULL PAPER ON CD), 10 – 12TH JULY 2006, GLASGOW, UK, ISBN 0-9553550-0-1.
- [3] KRÁLIK,J., KRÁLIK,J.,ML. (2006), PROBABILITY AND SENSITIVITY ANALYSIS OF SOIL-STRUCTURE INTERACTION OF HIGH-RISE BUILDINGS, SLOVAC JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING, STU BRATISLAVA, VOL. 2006/3, PP.18-32.

ASPEKTY ÚNAVY A LOMU POKROČILÝCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

ASPECTS OF FATIGUE AND FRACTURE OF ADVANCED BUILDING MATERIALS

Zbyněk Keršner¹, Václav Veselý², Stanislav Seitl³, Radomír Pukl⁴

Abstract

The paper is focused on ideas about subject-matter of the project *Basic fatigue characteristic and fracture of advanced building materials*. The effort of this grant is to gain new pieces of knowledge about behaviour of advanced building materials through the effective application of till this time not used methods of complex determining of physical-mechanical and performance qualities. These are predetermined to describe fatigue, fracture and microstructural characteristics. Mentioned qualities will be modelled on the level of continuum/multiphase composite. There is presumption that will be gained results describing fatigue behaviour of studied materials, especially for application in construction with demands for high durability, it is necessary to follow initiation and propagation of microcracks complexly. Following results of the project are presumed: determining fatigue characteristics of different advanced building materials and a proposal of corresponding standards for their measurement; description of behaviour of materials during fatigue/fracture tests (initiation and propagation of cracks); determining relationship among fatigue, fracture and microstructure characteristics of given specimen's materials.

1 Úvod

Dřívější dlouholetá ad hoc spolupráce týmů pracovišť autorů byla od počátku roku 2008 podložena udělením společného projektu Grantové agentury České republiky *Základní únavové charakteristiky a lom pokročilých stavebních materiálů*. Předkládaný příspěvek si klade za cíl seznámit laskavé čtenáře se základními východisky tohoto projektu.

Ve stavebních konstrukcích a konstrukčních prvcích se využívají pokročilé materiály, jako je vysokohodnotný beton (High Performance Concrete, HPC), cementové kompozity ultravysokých pevností na bázi ultrajemných reaktivních složek (Reactive Powder Concrete, RPC), bezslínkové kompozity, geopolymery apod. Zájem o tyto materiály je značný, především z důvodu jejich vysoké korozní odolnosti a s tím související dlouhé životnosti a dále možností tvořit subtilnější konstrukce s menším množstvím materiálů (za podmínek stejné únosnosti), což má kladný vliv na tvorbu a ochranu životního prostředí. V současné době je dosahováno zcela dříve nepředpokládaných hodnot jejich mechanických vlastností, které lze považovat za hodnoty hraniční. Do popředí se ovšem dostává otázka integrální trvanlivosti těchto materiálů, resp. konstrukcí. Aitcin (1998/2005) předpokládal vývoj a další výzkum HPC mimo jiné právě v oblasti trvanlivosti s ohledem na fyzikálně-mechanické aspekty jako

¹ doc. Ing. Zbyněk Keršner, CSc., VUT v Brně, FAST, Ústav stavební mechaniky, Veverí 331/95, 602 00 Brno, kersner.z@fce.vutbr.cz

² Ing. Václav Veselý, Ph.D., dtto, vesely.v1@fce.vutbr.cz

³ Ing. Stanislav Seitl, Ph.D., Ústav fyziky materiálů, Akademie věd České republiky, v. v. i., Žižkova 22, Brno 616 62, seitl@ipm.cz

⁴ Ing. Radomír Pukl, CSc., Červenka Consulting, Předvoje 22, 160 00 Praha 6, radomir.pukl@cervenka.cz

je opakované působení mrazu, růst houževnatosti, odolnost proti požáru apod. Nejzanedbávanější oblastí základního výzkumu pokročilých kompozitů je však zřejmě jejich únavové chování. A to přesto, že tyto materiály jsou často používány ve stavebních konstrukcích či prvcích, které jsou vystaveny cyklickému namáhání.

Z přehledu relevantní literatury v plném textu příspěvku vyplývá, že neexistuje jednotná metodika ani pro oblast běžných cementových kompozitů, přičemž různí autoři používají nejrůznější konfigurace únavových zkoušek. Dosavadní publikované výsledky nejsou systematické a není vyjasněna korelace mezi strukturou studovaných materiálů a jejich únavovými vlastnostmi.

2 Koncepční a metodické postupy

Koncepce řešení projektu vychází z kombinace teoretické analýzy a fyzikálních a numerických experimentů. Projekt využívá při zkoumání daných materiálů následující metodiky a postupy, se kterými má řešitelský tým již určité zkušenosti:

- experimentální stanovení únavových charakteristik;
- numerická analýza chování vzorků;
- vyšetření porozimetrie materiálu vzorků;
- určení lomových charakteristik z kvazistatických zkoušek;
- modelování lomového a únavového chování vzorků;
- ověření stanovených charakteristik modelováním konstrukce či konstrukčního prvku.

V jednotlivých fázích řešení budou používány následující konkrétní postupy a metody:

- stanovení únavových charakteristik, Wöhlerova křivka (S–N), únavový růst trhliny;
- lomová mechanika a její modifikace na nehomogenní prostředí;
- porozimetrie;
- pokročilé modelování MKP.

3 Závěrem

Bude analyzován málo vyšetřovaný vztah mezi materiálovými parametry zkoumaných kompozitů a hodnotami jejich únavových a lomových charakteristik s ohledem na pórovou strukturu. Řešením projektu lze získat informace, které usnadní rozhodování projektantů/investorů při volbě materiálů pro cyklicky/dynamicky namáhané prvky a konstrukce. Projekt poskytne postupy pro racionální uplatnění metod určování a modelování únavy pokročilých materiálů v oblasti stavebnictví.

Údaje týkající se materiálových parametrů poslouží k vytváření reálných modelů únavového děje, jehož znalost je podmínkou pro predikci životnosti event. výpočtu spolehlivosti při garantované době života konstrukcí či jejich součástí, m.j. i v případech požadavků na zvýšení intenzity nebo počtu cyklů zatížení proti původnímu návrhu.

Lze předpokládat, že se v řešeném projektu získají výsledky popisující únavové chování studovaných pokročilých materiálů, zvláště pro použití v konstrukcích s požadavkem velké trvanlivosti. U těchto materiálů je třeba komplexně sledovat vznik a rozvoj mikrotrhlin, aby z těchto často ekologicky velmi výhodných kompozitů mohly být vyráběny funkční, spolehlivé a trvanlivé konstrukce či konstrukční prvky.

Poděkování

Práce vznikla díky podpoře projektu MŠMT 1M0579 výzkumného centra CIDEAS (1M0579) a projektu GA ČR 103/08/0963.

ŘEŠENÍ REOLOGIE BETONU V MATERIÁLOVĚ NELINEÁRNÍM MODELU – TEORIE

SOLUTION OF RHEOLOGY OF CONCRETE IN MATERIAL NONLINEAR MODEL - THEORY

Rostislav Zídek¹

Abstract

Creep and shrinkage and material nonlinear behavior especially after cracking are two phenomena that strongly influence long term behavior of reinforced concrete structures. The present paper deals with the theoretical background of proposed FEM program for solution of the reinforced concrete structures. Beam element on eccentricity is implemented. Creep of the concrete is solved using the time discretization method. An iterative material nonlinearity solution is realized in every time step.

1 Úvod

Jednou z vlastností betonu je reologické chování, které ovlivňuje rozdělení napětí v konstrukci a tím ovlivňuje jak schopnost konstrukce odolávat zatížení, tak deformace. Kromě toho vykazuje beton nelineární chování i při jednorázovém namáhání a nízkou pevnost v tahu. Dlouhodobé chování vyztužených betonových konstrukcí je oběma fenomény poznamenáno. Autor příspěvku se pokouší řešit oba problémy v interakci a vytvořit použitelnou metodu a výpočetní program. Tento příspěvek si klade za cíl popsat teoretické pozadí řešení v prutovém modelu MKP.

2 Použitý konečný prvek

Pro analýzu prutových rovinných konstrukcí je vyvíjen MKP program Asteres, který je založen na aplikaci rovinného prutového prvku na excentricitě. Prvek umožňuje oddělit referenční osu od osy těžištní díky použití fyzikálních podmínek (závislostí mezi poměrnými přetvořeními a vnitřními silami) v obecném tvaru. Vlastní odvození bylo provedeno metodou přenosových matic, což přineslo konečný prvek, který zahrnuje vliv posouvajících sil a je v rámci předpokladů obecně přijímaných pro pruty, přesný. Bližší informace jsou ve [2].

Při nelineárním výpočtu betonových konstrukcí dochází k posunu neutrální osy následkem vzniku trhlin a tím vyřazování částí betonového průřezu. Ukázalo se, že navržený typ konečného prvku je pro uvedené úlohy vhodný [1].

3 Materiálově nelineární analýza

Pro vystižení chování betonu v tahu byl zvolen vrstvičkový přístup, který umožňuje zohlednit proměnlivost modulu pružnosti po výšce průřezu. Pokud je beton na lineární větvi pracovního diagramu, je vrstvička plně započtena do průřezových charakteristik. V případě porušení vrstvičky tahem je započtena zbytková tuhost, daná pevností v tahu

¹ Ing. Rostislav Zídek, Ph.D., VUT v Brně, Fakulta stavební, Ústavstavební mechaniky, Veveří 95, 602 00 Brno, tel.: 542 147 368, e-mail: zidek.r@fce.vutbr.cz

porušeného betonu. Tuto sestupnou větev však nelze jednoznačně stanovit z laboratorní zkoušky, neboť je ovlivněna velikostí vzorku. Je proto implementována jednoznačnější závislost mezi napětím a rozevřením trhliny. Tato závislost je definována pomocí pevnosti v tahu a lomové energie.

4 Reologie betonu

Reologie není uvažována pouze jako materiálová vlastnost, ale i jako vlastnost průřezu. Pro vlastní vyjádření dotvarování a smršťování se využívají vztahy uvedené v normách.

Pro vlastní výpočet zatížení dotvarováním betonu je použita metoda časové diskretizace. Zájmový časový úsek rozdělí nad intervaly, na jejichž hranicích se definují časové uzly. V každém časovém uzlu se vyjádří zatížení dotvarováním jako přírůstek, který nastal od minulého časového uzlu. Přičte se zatížení smršťením a teplotou. Vše se zadá jako počáteční poměrná přetvoření ε_n a ε_m (poměrné délkové přetvoření referenční osy prutu a poměrné pootočení - křivost). Provede se statická analýza, do které se zahrnou kromě zatížení počátečním přetvořením i veškerá ostatní zatížení. Přejde se do dalšího časového uzlu.

Při materiálově nelineárním výpočtu však dochází vlivem plastizování průřezu a vzniku trhlin ke změně tuhostních charakteristik průřezů. Zatížení dotvarováním se vyjadřuje pomocí poměrných přetvoření v integrální formě ε_n a ε_m , které jsou derivacemi posunů a pootočení, tzn. deformačních charakteristik. Tímto způsobem vyjádřené zatížení reologií je nezávislé na změně tuhosti průřezu, ať už je příčinou změny tuhosti vznik trhlin nebo stárnutí betonu, které se vyjadřuje růstem modulu pružnosti. Po proběhnutí fyzikálně nelineárního iteračního výpočtu jsou známy sečné charakteristiky průřezu EA , EI , ES (přetvoření dotvarováním od smyku se neuvažuje). Z těchto charakteristik se snadno stanoví celkové přetvoření průřezu, které je součtem přetvoření elastického a neelastického. Pro výpočet zatížení dotvarováním se vypočte přírůstek přetvoření oproti předchozímu časovému uzlu. Zatížení dotvarováním se získá pronásobením tohoto přírůstku aktuálním součinitelem dotvarování φ .

5 Závěr

Výše popsaná teorie je postupně implementována do akademického MKP programu Asteres, který vyvíjí autor ve spolupráci. V nejbližší době by měly být k dispozici výsledky prvních analýz. Metoda navazuje na starší práce, jednotlivé části programu jsou buď přejímány jako verifikované a spolehlivé nebo je prováděna jejich verifikace.

Poděkování

Příspěvek vzniknul za podpory Grantové agentury České republiky. Registrační číslo projektu je 103/06/P252.

Literatura

- [1] BRDEČKO, L., ZÍDEK, R., NĚKTERÉ MODIFIKACE FYZIKÁLNĚ NELINEÁRNÍHO MODELU PRUTU, PROC. 5TH INTERNATIONAL CONF. ON NEW TRENDS IN STATICS AND DYNAMICS OF BUILDINGS, SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA, BRATISLAVA 2006.
- [2] ZÍDEK, R., ANALÝZA REOLOGIE BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ S UVAŽOVÁNÍM GEOMETRICKÉ NELINEARITY, SBORNÍK KONFERENCE 11. BETONÁŘSKÉ DNY, HRADEC KRÁLOVÉ 2004.

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA V AREÁLU SPIELBERK OFFICE CENTRE - KONTROLNÍ STATICKÁ A DYNAMICKÁ ANALÝZA PROGRAMEM ANSYS

ADMINISTRATION BUILDING IN THE DISTRICT OF THE SPIELBERK OFFICE CENTRE - SUPERVISORY STATIC AND DYNAMIC ANALYSIS BY ANSYS

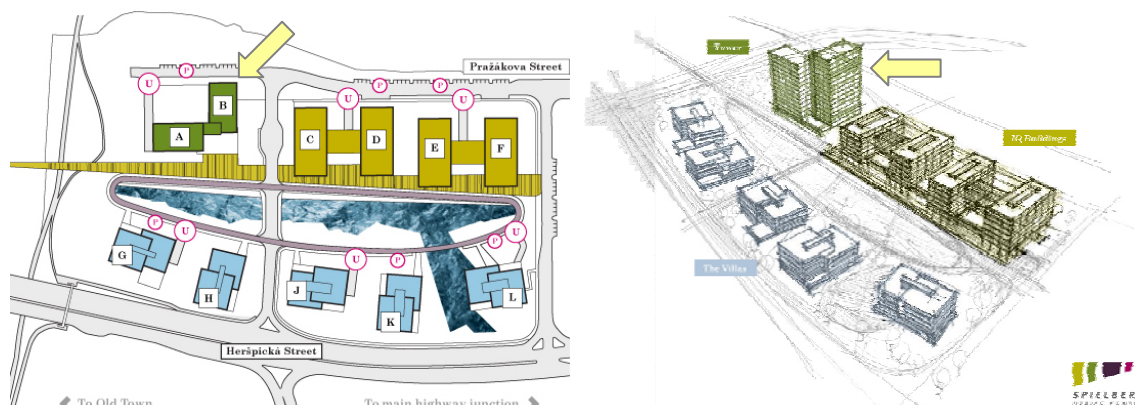
Jan Pěňčík¹

Abstract

The complex of administrative buildings – Spielberk Office Centre includes also a high-storey office building of 22 floors. Within the inspection checkout the analysis of the project conception was elaborated. As a part of the expertise was the separate static and dynamic analysis of the building including the checking of the project design and examination of individual structure components.

1 Úvod

V rámci procesu revitalizace jižní části Brna se na ulici Heršpická v blízkosti M-paláce staví rozsáhlý komplex kancelářských budov - Spielberk Office Centre (obr. 1). Koncept řešení celého komplexu je prací Bena Hoeka a Václava Hlaváčka ze Studia Acht Architects, Praha - Rotterdam.



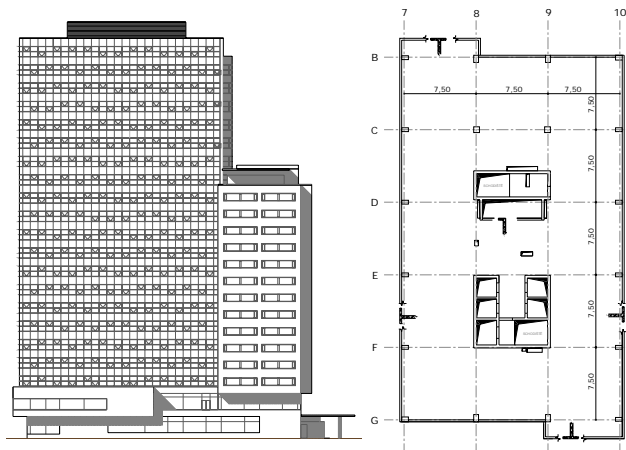
Obr. 1: Spielberk Office Centre (zdroj <http://www.spielberk.cz/>)

Firma Stráský, Hustý a partneři, Brno (SHP Brno) byla požádána o posouzení projektového řešení vysokopodlažních budov „Towers“. Dílčí částí posudku byla nezávislá prostorová statická a dynamická analýza budov včetně kontroly návrhu a posouzení jednotlivých konstrukčních částí.

2 Popis konstrukce administrativní budovy - budova B

Administrativní budova (budova B) výšky 82,05 m (obr. 2) je tvořena 22 podlažími. Podzemní podlaží (1PP až 3PP) budou sloužit jako podzemní garáže. První dvě

¹ Ing. Jan Pěňčík, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky, Veveří 95, 602 00 Brno, e-mail: pencik.j@fce.vutbr.cz



Obr. 2: Pohled na vysokopodlažní budovy, půdorys typického patra

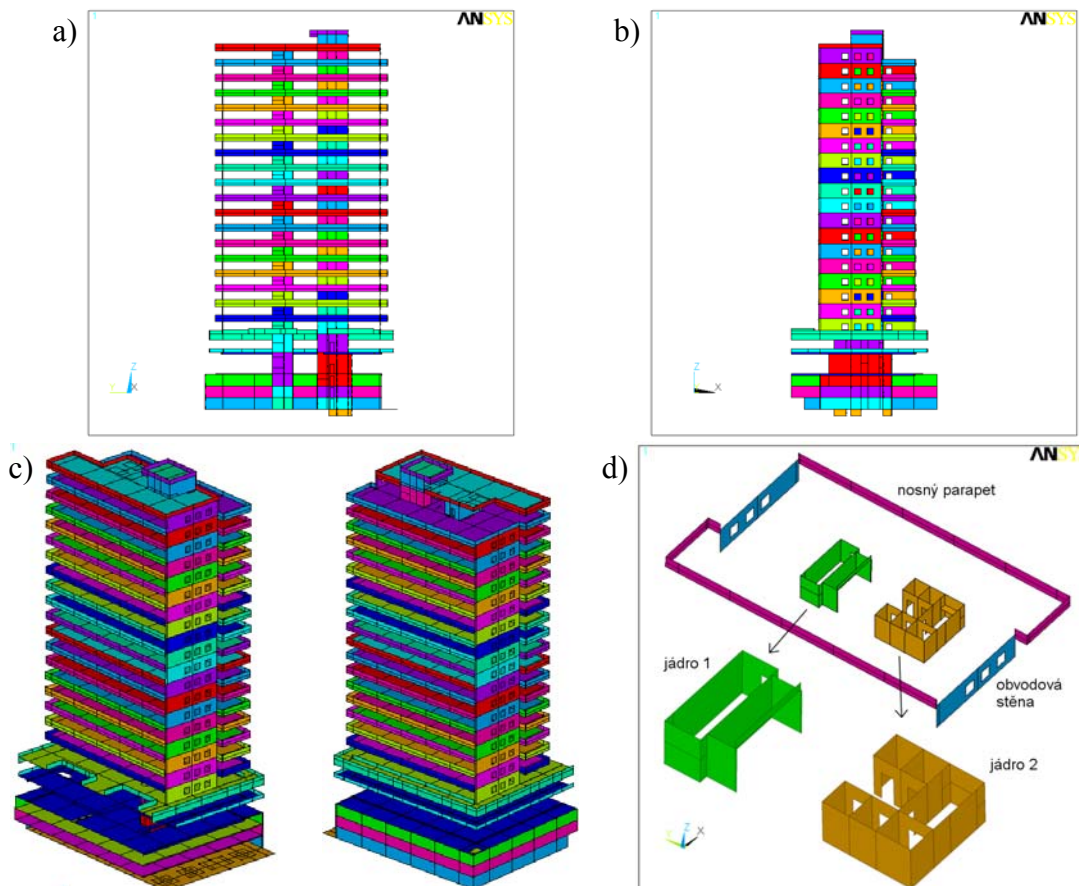
mi a dvěma železobetonovými jádry (obr. 2). Železobetonová jádra se ztužujícími železobetonovými stěnami zajišťují vodorovnou tuhost konstrukce v podélné i příčném směru.

3 Výpočtový model

Pro zpracování statické a dynamické analýzy byl využit programový systém ANSYS, ve kterém byl vytvořen prostorový (3D) výpočtový model (obr. 3). Model, který byl vytvořen podle výkresové dokumentace, byl tvořen prutovými (BEAM) a deskostěnovými (SHELL) prvky.

nadzemní podlaží (1NP, 2NP) budou využity pro hotelové zázemí. Tato podlaží jsou vzájemně propojena s budovou A. Zbývajících dvacet podlaží (3NP až 23NP) bude využito pro administrativu.

Nosná konstrukce administrativní budovy je tvořena železobetonovými stropní deskami ztuženými parapetními nosníky, které jsou nad 1NP a 2NP konzolovitě vyloženy, železobetonovými sloupy v rastru 7,5x7,5 m, ztužujícími železobetonovými stěna-



Obr. 3: Pohled na výpočtový model ve směru +X (a) a +Y (b), axonometrický pohled (c), typického podlaží (d)

HLEDÁNÍ PŘÍČINY HAVÁRIE PRŮMYSLOVÉ HALY - 3D ANALÝZA MÍSTA ULOŽENÍ VAZNÍKU

SEARCHING OF TROUBLE CAUSE OF THE ASSEMBLY HALL - 3D ANALYSIS OF THE GIRDER SEATING

Jan Pěňčík¹, Miloš Lavický²

Abstract

To find the real source of faults or breakdowns of building structures within the scope of an expert's report, it is necessary to use complex calculation methods and procedures that can reveal the real causal context of the fault or the breakdown. An example of such approach is shown on a 3D analysis of a girder seating detail whose failure gave the impulse to a chain collapse of a large annex building of a storage hall just at the time when the supporting prefabricated reinforced concrete structure was being assembled.

1 Úvod

Při zjišťování příčin poruch nebo havárií stavebních konstrukcí v rámci znaleckých posudků není často možné získat věrohodné výsledky pouze výpočtovými metodami a postupy, které jsou uvedeny v platných normách pro navrhování konstrukcí, nebo které jsou v praxi obecně vžitě. Pro soudní inženýrství v oblasti statiky stavebních konstrukcí totiž nebývají dostačující, neboť neposkytují výstižné údaje o skutečném chování konstrukce nebo jejího detailu. Pro statické výpočty při zkoumání příčin poruchy nebo havárie je proto často potřebné uplatnit náročnější třídu úloh řešení, než která postačovala při návrhu konstrukce.

2 Popis průmyslové haly s průběhem havárie

K havárii došlo při výstavbě přístavby vícelodní přízemní montované haly. Konstrukce přístavby byla tvořena vyztuženými betonovými monolitickými základovými patkami s prohlubní. Do prohlubní byly osazeny železobetonové prefabrikované sloupy, které byly při montáži fixovány dřevěnými klíny, a následně do výše klínů bylo provedeno zmonolitnění. Klíny byly po dosažení požadované pevnosti betonové zálivky v prohlubni odstraněny a bylo provedeno dobetonování po horní úroveň základové patky. Na sloupy byly osazeny prefabrikované vazníky a vaznice.

Konstrukční řešení původního komplexu hal a přístavby se lišilo dimenzemi jednotlivých konstrukčních prvků. Byla navržena konstrukce, která byla velmi citlivá na pečlivost při výrobě dílců a při provádění a na důsledné dodržování technologických zásad a předpisů při výrově, dopravě a montáži.

Při montáži přístavby došlo při osazování vaznic k jejímu zřícení. Havárie se dle výpovědí iniciovala u prvního vazníku druhé řady, kde došlo ke zlomení krajního sloupu a následně k řetězovému zřícení všech vazníků a vaznic druhé řady. Konstrukční prvky

¹ Ing. Jan Pěňčík, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky, Veveří 95, 602 00 Brno, e-mail: pencik.j@fce.vutbr.cz

² Ing. Miloš Lavický, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství, Veveří 95, 602 00 Brno, e-mail: lavicky.m@fce.vutbr.cz

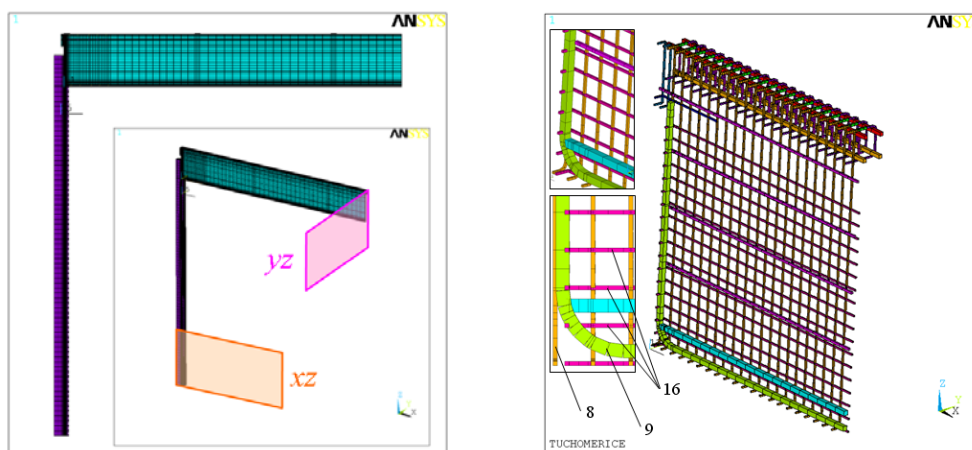
sousedních řad byly poškozené a některé se rovněž zřítily. Fotodokumentace stavu po havárii je zobrazena na (obr. 1).



Obr. 1: Pohled na přístavbu po havárii (a), pohled na zničený autojeřáb (b)

3 3D analýza místa uložení vazníku

Jednou z možných příčin havárie konstrukce se jevílo porušení v místě uložení vazníku na sloup. Z tohoto důvodu byla provedena kromě ověření uvedeného místa výpočtem na mezní stav porušení soustředěným tlakem podle ČSN 73 1201 podrobnější 3D nelineární analýza pomocí programového systému ANSYS. Důvodem vytvoření 3D výpočtového modelu byla snaha zjistit pole napětí a posunutí v okolí místa uložení.



Obr. 2: 3D výpočtový model vaznice a krajního sloupu

Podle dostupné projektové dokumentace a fotodokumentace z výrobního závodu a staveniště byly vytvořeny 3D výpočtové modely uložení vazníku na krajní sloup. Výpočtové modely byly vytvořeny pomocí prutových (LINK), plošných (SURF), objemových (SOLID) a kontaktních (CONTAC/TARGET) konečných prvků (obr. 2).

4 Závěr

V příspěvku popsaná 3D nelineární analýza významným způsobem přispěla ke stanovení pravděpodobných příčin havárie přistavované části komplexu hal. Analyzovaný detail byl jedním z nepříznivých faktorů, které měly vliv na vznik havárie.

S ohledem na doposud neuzavřené právní spory není možné podrobnější závěry o příčinách havárie uvedené ve vypracovaném znaleckém posudku zveřejnit.

STATICKÁ ANALÝZA PLAVEBNÍ KOMORY PŘELOUČ II

STATIC ANALYSIS OF SHIP LOCK PŘELOUČ II

Jan Pěňčík¹, Miloš Zich², Oldřich Neumayer³

Abstract

The article presents the project of the ship lock on the Elbe River in Přelouč. It describes the static solution of the typical section and the upper and lower part of the ship lock.

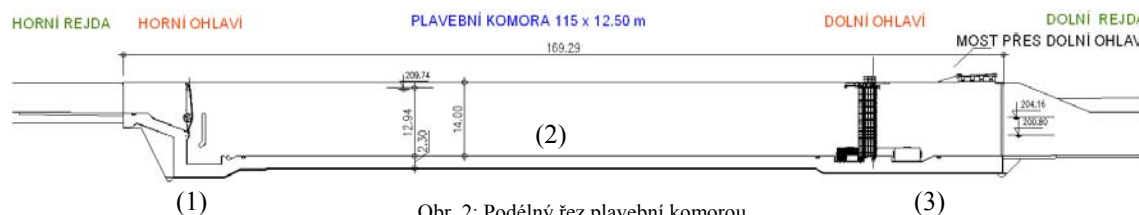
1 Úvod

Plavební komora Přelouč II je navržena k překonání spádu mezi hydrostatickými hladinami jezů Týnec nad Labem a Přelouč. Při minimálním průtoku bude v komoře spád 8,94 m, při maximálním průtoku se spád sníží na 5,58 m.

Stavební a vodohospodářský návrh byl proveden firmou Pöyry Environment a. s. Brno [1] s užitnými rozměry vlastní plavební komory 115,0 x 12,5 x 4,0 m. Celková délka plavební komory je cca 170 m. Vizualizace plavební komory je zobrazena na (obr. 1) a podélný řez na (obr. 2).



Obr. 1: Pohled na plavební komoru (a), pohled na dolní ohlavi se vzpěrnými vraty (b)



Obr. 2: Podélný řez plavební komorou

Posouzení statického řešení a návrh výztuže plavební komory byl realizován v rámci hospodářské činnosti Ústavu betonových a zděných konstrukcí, FAST VUT v Brně [2].

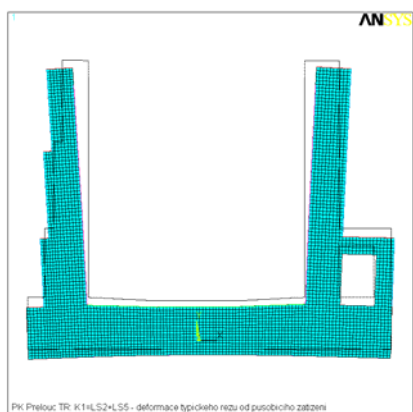
¹ Ing. Jan Pěňčík, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky, Veveří 95, 602 00 Brno, e-mail: pencik.j@fce.vutbr.cz

² Ing. Miloš Zich, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí, Veveří 95, 602 00 Brno, e-mail: zich.m@fce.vutbr.cz

³ Ing. Oldřich Neumayer, CSc., Pöyry Environment, a. s., Botanická 834/56, 602 00 Brno, e-mail: oldrich.neumayer@poyry.com

2 Popis konstrukce a výpočtové modely plavební komory

Plavební komoru lze rozdělit podle (obr. 2) na tři části – (1) horní ohlaví, (2) vlastní plavební komoru a (3) dolní ohlaví.

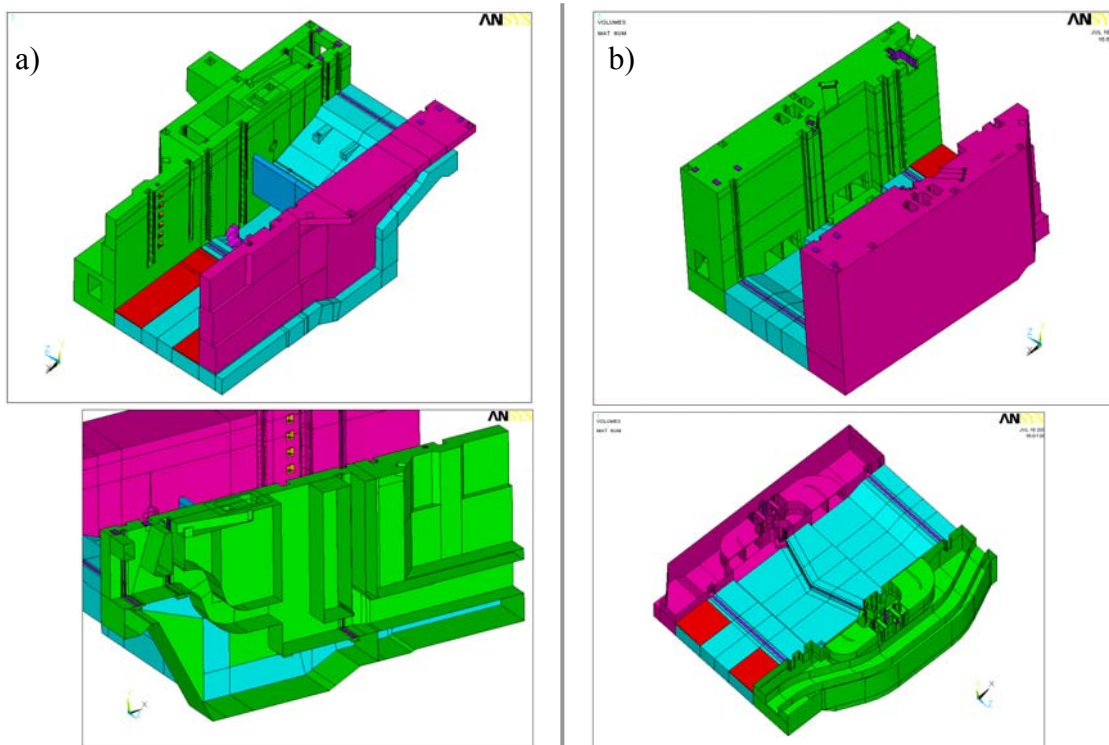


Obr. 3: Výpočtový model typického příčného řezu vlastní plavební komory

Výpočtový model vlastní plavební komory (2) byl vytvořen jednak v programovém systému NEXIS32 a ANSYS. V programu NEXIS32 byl typický příčný řez řešen jako rovinná prutová konstrukce. V programu ANSYS byla konstrukce (obr. 3) modelována jako rovinná úloha pomocí prvků PLANE82 při uvažování teorie rovinné deformace.

Výpočtové modely horního (1) a dolního (3) ohlaví (obr. 4) byly vytvořeny v programu ANSYS jako 3D pomocí prvků SHELL93, SOLID92, SOLID95 a SURF154. 3D výpočtové modely byly zvoleny s ohledem na skutečnost, že ohlaví jsou masivní a výrazně prostorové konstrukce, pro které by jakákoliv náhrada ať prutová nebo plošná

nemožná i nevhodná. Při modelování ohlaví byly uvažovány všechny konstrukční details, např. drážky vodočetné lati, drážky provizorního hrazení, kotvení náhradních vrat, vybrání stěny horního ohlaví v místě poklopových vrat, otvor pro ložiska poklopových vrat, žebříky, pachole, úvazné trny ve sklípících, plovákové úvazné zařízení, rozrážeče, česle, stavidlový uzávěr obtoku, obtokový kanál atd.



Obr. 4: Výpočtový model horního (a) a dolního (b) ohlaví

Poděkování

Výsledky byly získány v rámci činnosti výzkumného záměru MSM 0021630519.

OVĚŘENÍ VÝPOČTOVÉHO MODELU OCELOVÉ KONSTRUKCE SVĚTLÍKU ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKOU

VERIFICATION OF DESIGNED STEEL SKYLIGHT STRUCTURE MODEL USING LOAD TESTING

Martin Krejsa¹, Radim Čajka²

Abstract

Designed steel structure of skylight was inaccurate assembled. Rectification was necessary. Load testing and verification with designed model lead to conclusion if the plastic deflections start up in steel structure during rectification.

1 Úvod do řešené problematiky

Předmětná konstrukce světlíku byla vyprojektována v létě 2007 jako součást nosného systému nákupního střediska. Během montáže nosné ocelové konstrukce světlíku tvaru jehlanu se na nosném systému začaly projevovat nadměrné deformace, zejména u hřebenového nosníku. Jejich velikost byla ovlivněna zejména nesprávně provedenou technologií montáže, při níž nebyla dodržena předepsaná přesnost montáže, zejména v místech podepření. Po nezbytné opravě nosného systému vyvstala otázka, zda-li již nosný systém odpovídá výpočtovému modelu a jestli při provedených úpravách nevznikly v konstrukci trvalé deformace. Po konzultaci s investorem stavby byla navržena zatěžovací zkouška, jejíž výsledek by měl soulad reálné konstrukce s výpočtetním modelem potvrdit.

2 Návrh způsobu provedení zatěžovací zkoušky

Zatěžovací zkouška byla navržena s ohledem na technické možnosti stavební firmy z postupného působení 7 ks osamělých břemen v charakteristických bodech konstrukce. Pro simulaci bodového zatížení byly po dohodě se zhotovitelem navrženy břemena v podobě plné palety cihelných tvarovek POROTHERM 25 AKU P+D P 20. Jednotlivé zafóliované a neporušené palety s cihlami byly na stavbě očíslovány a s ohledem na rozdílnou hmotnost při kolísající vlhkosti odvezeny k protokolárnímu převážení včetně navrženého úvazu do autorizované zkušebny Technického a zkušebního ústavu stavebního (TaZÚS) Praha, s.p., pobočky Ostrava. Pro takto stanovená osamělá břemena byly v místech jejich působení určeny výsledné deformace s využitím stávajícího výpočtetního modelu a s přihlédnutím k průběhu zatěžovací zkoušky s postupným přitěžováním jednotlivých břemen.

3 Průběh zatěžovací zkoušky a výsledné naměřené deformace

Zatěžovací zkoušku provedla specializovaná firma INSET s.r.o., pobočka Ostrava ve dvou zatěžovacích etapách z důvodu eliminace dotlačení spojů a kotvení ocelové

¹ Ing. Martin Krejsa, Ph.D., VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, martin.krejsa@vsb.cz

² Doc. Ing. Radim Čajka, CSc., VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí, radim.cajka@vsb.cz

konstrukce. Byly sledovány jednotlivé deformace v sedmi sledovaných místech od sedmi osamělých břemen, které konstrukci zatěžovaly a následně odtěžovaly postupně v předem stanoveném pořadí. Skutečné výsledky deformací 1. a 2. zatěžovací etapy byly následně porovnány s deformacemi získanými z výpočetního modelu.

4 Závěr

Výsledky zatěžovací zkoušky ocelové konstrukce trojúhelníkového světlíku potvrdily, že ocelová konstrukce se chová pružně a naměřené deformace jsou dokonce výrazně menší než hodnoty vypočtené.

Výsledky měření potvrdily dotlačení spojů a aktivaci ocelové konstrukce v 1. etapě zatěžovací zkoušky, kdy i po odlehčení konstrukce zůstaly nepatrné trvalé deformace ve vrcholu jehlanu a u středních nosníků. Výsledky měření 2. etapy zatěžovací zkoušky až na velmi malé výjimky vykazují již téměř zcela pružné deformace, kdy se po odlehčení ocelová konstrukce vrátila do výchozího stavu. Nepatrné odchylky však vzhledem k celkovému rozpětí nemají vliv na celkovou únosnost a použitelnost ocelové konstrukce světlíku.



Obr.1 a 2: Celkový pohled na nosnou konstrukci světlíku

Výsledky zatěžovací zkoušky potvrdily pružné chování realizované ocelové konstrukce světlíku, konstrukce po odlehčení nevykazuje technicky významné trvalé deformace. Zároveň tak byla potvrzena správnost provedeného statického výpočtu a návrhu nosné konstrukce světlíku. Skutečně naměřené deformace jsou menší než vypočtené, tyto odchylky od výpočtového modelu lze vysvětlit tužšími styky v místě spojů a kotvení (částečné vetknutí), než je uvažováno ve výpočtu (kloubové připojení).

Poděkování

Projekt byl realizován za finančního přispění MŠMT ČR, projekt IM0579, v rámci činnosti Centra integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí.

Literatura

- [1] Čajka, R., Krejsa, M. RDS SO 301.16 STAT 8017 00, SVĚTLÍK D – VÝSLEDKY A POSOUZENÍ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY, ARMING spol. s r.o., 12/2007
- [2] Čajka, R., Krejsa, M. RDS SO 301.02 ST STAT 8014 00, STATICKÝ VÝPOČET, SVĚTLÍK D, SO 301, ARMING SPOL. S R.O., 11/2007
- [3] SCIA-ESA PT 2007.1 VÝPOČTOVÉ PROGRAMY PRO INŽENÝRY
- [4] ČSN 73 1401: NAVRHOVÁNÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

MODELOVÁNÍ OCELOVÉ KONSTRUKCE TECHNOLOGICKÉHO MOSTU URČENÉHO K DEMOLICI

MODELING OF TECHNOLOGY BRIDGE STEEL STRUCTURE DETERMINED TO DEMOLITION

Martin Krejsa¹, Karel Kubečka²

Abstract

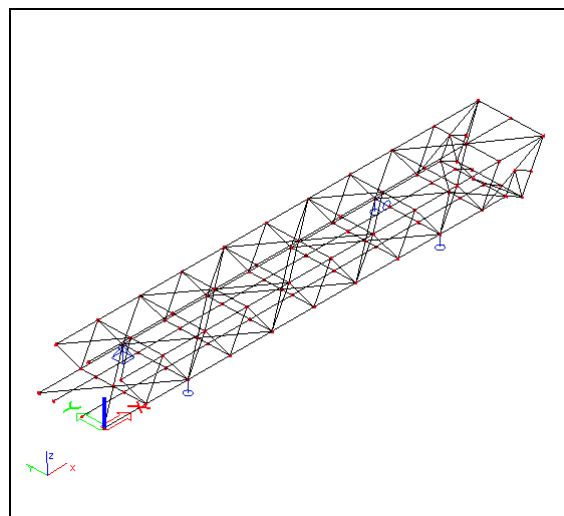
Modeling of existing technology bridge structure's carrying system form the topic of the paper. Steel truss structure is situated on the premises mine ČSA together with its heat station in Karviné and is determined to demolition. Static reliability assessment and technology of demolition procedure is made with regard to analysis of possible risks during demolition.

1 Popis řešené problematiky

Příspěvek se zabývá modelováním ocelové konstrukce technologického mostu určeného k demolici s ohledem na možná rizika, která mohou v průběhu bouracích prací nastat. Statický systém konstrukce technologického pásového dopravního mostu tvoří ocelový příhradový spojitý nosník o dvou polích (obr.1) se značným poškozením nosného systému.



Obr.1: Celkový pohled na konstrukci



Obr.2: Demontážní stav horního pole mostu ve vodorovné pozici

Pro statické vyšetření konstrukce bylo použito programu SCIA ESA PT verze 5.2.. Konstrukce byla modelována jako prostorová s veškerým působícím zatížením do samostatných zatěžovacích a montážních stavů (obr.2). Pro vytvoření výpočetního

¹ Martin Krejsa, Ing., Ph.D., VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Poděště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, tel: +420 596 991 303, e-mail: martin.krejsa@vsb.cz

² Karel Kubečka, Ing. Ph.D., VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, katedra konstrukcí, Ludvíka Poděště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, tel: +420 596 991 343, e-mail: karel.kubecka@vsb.cz

modelu nosné konstrukce bylo potřeba provést nové zaměření nosného systému a posouzení korozních úbytků všech možných nosných prvků.

2 Rozbor rizik ovlivňující spolehlivost demontovaného objektu

Pro ověření teorie rizikové analýzy a prováděné kategorizace byla provedena riziková analýza konstrukce pro snesení prvního pole spojitého nosníku. Z provedeného hodnocení vyšla jako nejrizikovější kategorie stav skrytých částí konstrukce (dolních styčnic), které nebylo možno vizuálně posoudit dříve, než dojde k vybourání obvodového zdiva a podlahy. Z tohoto důvodu bylo realizováno zavěšení konstrukce za dolní, nikoli horní pás příhradové konstrukce. V pořadí druhým nejzávažnějším rizikem se ukázalo zatížení vlivem bočních tlaků úvazku jeřábů, v důsledku čehož vyvstala nutnost použití odpovídajícího způsobu zavěšení prostorové příhradoviny.

3 Demontáž objektu

Demontáž (obr.3 a 4) byla provedena přesně podle technologického postupu, založeném na statickém posouzení a analýze vzniku veškerých rizik, negativně ovlivňujících bourací práce.



Obr.3: Zavěšení odstojené konstrukce na dva jeřáby



Obr.4: Zavěšení na jeřáb - pohled od nejvyšší podpory

4 Závěr

Řešená problematika přispívá k rozšíření problematiky analýzy rizik při speciálních demontážních pracích. Pokud dojde v průběhu demontážních prací k relevantnímu stanovení váhových závislostí hodnocených kritérií, riziková analýza pak poskytuje reálný obraz o rizicích a rizikových místech v konstrukci. Prakticky shodný problém představuje váhová závislost kritérií u projektového řešení a později při vlastní realizaci na stavbě.

Poděkování

Projekt byl realizován za finančního přispění MŠMT ČR, projekt IM0579, v rámci činnosti Centra integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí.

Literatura

- [1] KUBEČKA, K., KREJSA, M. Riziková analýza v praxi – demolice mostu ČSA. In *Sborník semináře CIDEAS „Metody pro analýzu vybraných mimořádných účinků na konstrukce a zastavěné prostředí“*. Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava, 13.12.2007. ISBN 978-80-248-1673-9.

VYBRANÉ PROBLÉMY KONSTITUTIVNÍHO MODELOVÁNÍ BETONU VE 2D

SELECTED PROBLEMS OF CONSTITUTIVE MODELLING OF CONCRETE IN 2D

Jiri Brozovsky¹, Oldrich Sucharda²

Abstract

The article includes two parts. The first briefly discusses a modeling of boundary conditions in a non-linear analysis of concrete and their influence on results. The second part of the article includes some informations about progress that has been done during the solution of the research project GA CR 103/07/1276 from the point of view of the team from VSB-Technical University of Ostrava.

1 Introduction

The available 2D constitutive models for concrete have been developed for tens of years. Some of them are known to be a very reliable and a useful in many situations. However, they still have to be verified through an experimental testing of the real material and high reliable results are often available only in cases when an input (material) data from laboratory experiments are available. But even the verification with the experimental data (when a experimental test is also numerically modeled and the resulting data are compared) may not show all the possible problems and differences between the reality and the numerical model. The most common laboratory experimental test that is used for data obtaining (and can also be used for a verification of computational results) is a three point bending test with a notched specimen. It features nontrivial behavior during the loading but a more complex structure can have also have more complex behavior with several changes of a character of a stress state (tension to compression changes, different combinations of a loading and unloading paths etc.) that can have a very influence to a material behavior that may became behave different from a numerical model that was tuned on a not so complex problem. The article does not give a comprehensive review of these possible cases, it concentrates mostly on problem of the modeling of boundary conditions and of their possible influence.

2 Singular loads and boundary conditions

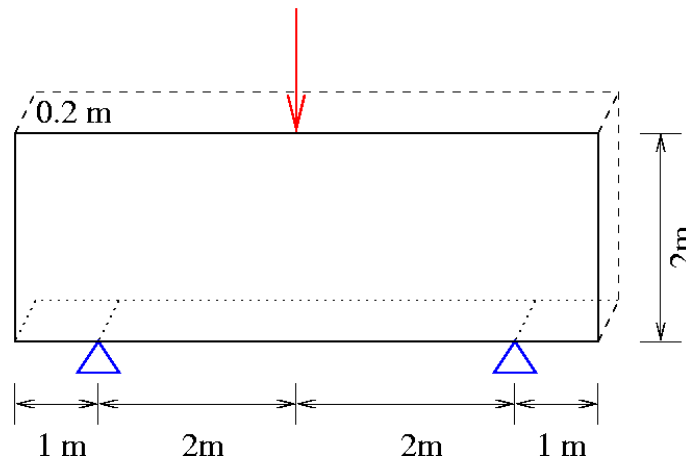
The first problem that has not to be forgotten is a influence of the finite element size and shape to the results. Even if a proper and good localization limiter is used the nature of the finite element method itself still can have some unwanted effects. The problem raises in the case when the failure criteria (the criteria that is used to identify the initialization of crack development) is a stress-based (in the case of the discussed type of models it usually is). It is very often that the computation models have some details that are suboptimal. According to the theory of elasticity singular (point) loads and supports have create a point with indefinitely large stresses. A finite element method implements the theory of elasticity so the behavior is the same. Obviously, a fine finite element mesh

¹ Jiri Brozovsky, Ing., VSB-Technical university of Ostrava, Faculty of civil engineering, Department of structural mechanics, L. Podeste 1875, CZ70800 Ostrava, Czech republic, jiri.brozovsky@vsb.cz

² Oldrich Sucharda, Ing., VSB-Technical university of Ostrava, Faculty of civil engineering, Department of structural mechanics, L. Podeste 1875, CZ70800 Ostrava, Czech republic, oldrich.sucharda.st@vsb.cz

(with smaller elements) provides also fine results (stresses are more close to an infinite size). In a linear analysis it is not a big issue as stresses are infinite only in the nearest area of the singular point (a Saint-Venant principle). But this behavior of model can lead to a incorrect results of a non-linear analysis. If there is a large stress concentration in some area (near the support, for example) the failure condition can be satisfied and material model became simulate a cracking (or crushing) in this area. But it is often an area where no cracking occurs in a real structure. It can be sometimes hard to identify this problem because different finite element meshes can lead to stress concentrations if a different points of a model. It is illustrated on an following example.

The fig. 1 shows the scheme of the model that was used for an illustrative numerical analysis.



Obr. 1: Concrete beam model scheme

There were prepared several numerical models and results of the maximum tension and compression stresses in x direction (along the beam axis) were obtained. Selected results are shown in fig. 2, 3, 4 and 5. All these models have identical all material and geometrical properties and also a loads and boundary conditions. The only difference is a density of a finite element mesh (regular mesh with finite elements of rectangular shape is used).

3 Summary

The article includes two parts. In the first part there is a short discussion about possible problems that can be introduced to the non-linear solution by unsuitable boundary conditions or loads. A simple example demonstrates the influence of finite element mesh size in this situation.

The second part of the article reviews cooperation on the research project GA CR 103/07/1276 from the view of the team members form VSB-TU Ostrava. Current results are briefly listed here.

Acknowledgement

The works were supported from a Czech state budget through the Czech Science Foundation. The registration number of the project is 103/07/1276.

NUMERICKÁ ANALÝZA 2D MODELU BETONOVÉ STĚNY

NUMERICAL ANALYSIS OF 2D CONCRETE WALL MODEL

Oldřich Sucharda¹

Abstract

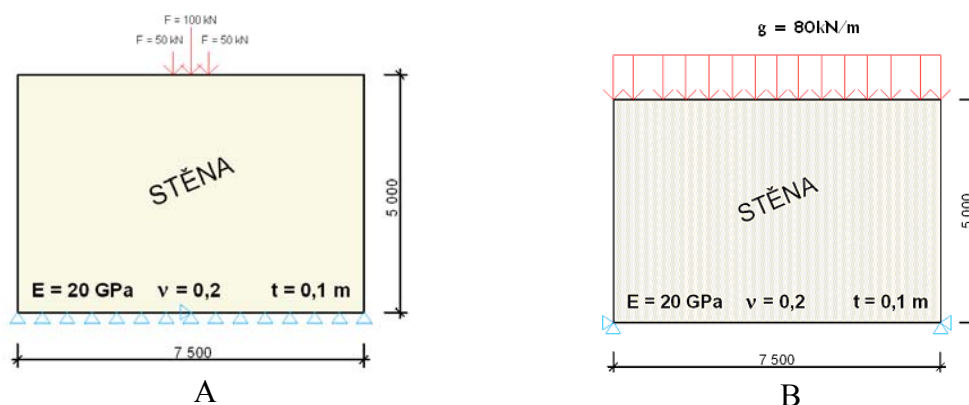
In the article there is realized the comparison of calculation of concrete walls for different computational models. Individual computational models consist of two different finite elements (three-node and four-node). Concrete wall has different boundary conditions and load in calculations. The own calculation is realized in computing system ANSYS and software FEM BS. In the conclusion of work there is suggested alternative square finite element.

1 Úvod

V příspěvku je proveden výpočet betonové stěny ve dvou kombinacích zatížení a podpor. Cílem článku je porovnání výsledků dvou výpočetních modelů, ve kterých se použijí dva různé konečné prvky. V prvním výpočetním modelu je použit trojúhelníkový konečný prvek v softwaru FEM BS [3] vyvíjeném autorem. Druhý výpočetní model je tvořen čtyřuzlovým konečným prvkem [2] ve výpočetním systému ANSYS. Srovnávané hodnoty jsou deformace a napětí. V závěru příspěvku se navrhuje alternativní čtvercový konečný prvek.

2 Konstrukce

Konstrukce je tvořena obdélníkovou stěnou. Rozměry betonové stěny jsou 7,5 m x 5,0 m. Modul pružnosti je $E = 20 \text{ GPa}$ a součinitel příčné kontrakce $\nu = 0,2$. Tloušťka stěny je 0,1m. Uložení a zatížení je pro jednotlivé varianty modelu schématicky znázorněno na Obr.1.

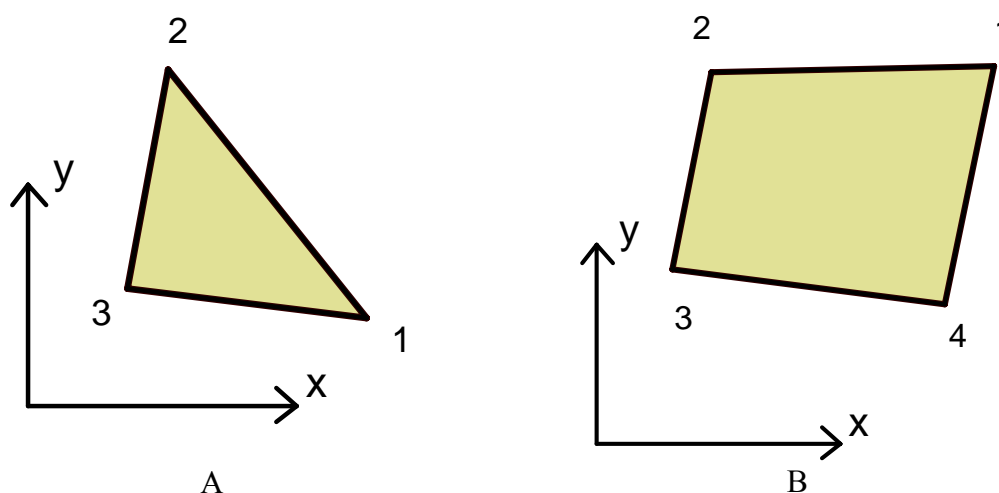


Obr. 1: Betonová stěna

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

3 Konečné prvky

Ve vytvořených výpočetních modelech byly pro jednotlivé výpočty zvoleny dva odlišné typy konečných prvků. Byl zvolen trojuzlový a čtyřuzlový konečný prvek. Trojuzlový konečný prvek má tvar trojúhelníku a v každém uzlu má dva stupně volnosti. Tento prvek je naprogramován v software DP [3] a dále [1], [2] a odvozen podle [4]. Čtyřuzlový izoparametrický konečný prvek je PLANE 42 z výpočetního systému ANSYS [4]. Na Obr. 2 jsou zobrazeny použité konečné prvky.



Obr. 1: Konečné prvky (trojúhelníkový, PLANE 42)

4 Závěr

Byly provedeny dvě varianty výpočtu pro dva různé výpočetní modely. Výpočetní model má 651 uzlů a 600 čtyřuzlových konečných prvků nebo 1 200 tříuzlových konečných prvků. Vypočtené výsledky konvergují ke stejnému řešení. Analyzované veličiny mají stejný průběh, ale nemají stejné hodnoty. Tyto rozdílné výsledky jsou způsobeny odlišnou kvalitou jednotlivých typů konečných prvků. V případech vzniku lokálních extrémů se rozdíly ve výsledcích pro jednotlivé konečné prvky zvětšují. K těmto lokálním extrémům došlo v blízkosti osamělé síly v první variantě výpočtu a v okolí podpor v druhé variantě výpočtu. Tento problémový jev lze eliminovat vhodnějším modelováním okrajových podmínek a zatížení. V závěru je stručně zmíněn čtvercový konečný prvek, který může být jednoduchým a efektivním řešením pro určité výpočetní úlohy.

Poděkování

Tento výsledek byl získán za finančního přispění MŠMT ČR, projekt 1M0579, v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS. (This outcome has been achieved with the financial support of the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic, project No. 1M0579, within activities of the CIDEAS research centre.)

POSUDEK SPOLEHLIVOSTI JEDNODUCHÉ BETONOVÉ STĚNY POMOCÍ METODY PDPV

RELIABILITY ASSESSMENT OF SIMPLE CONCRETE WALL USING PDPV METHOD

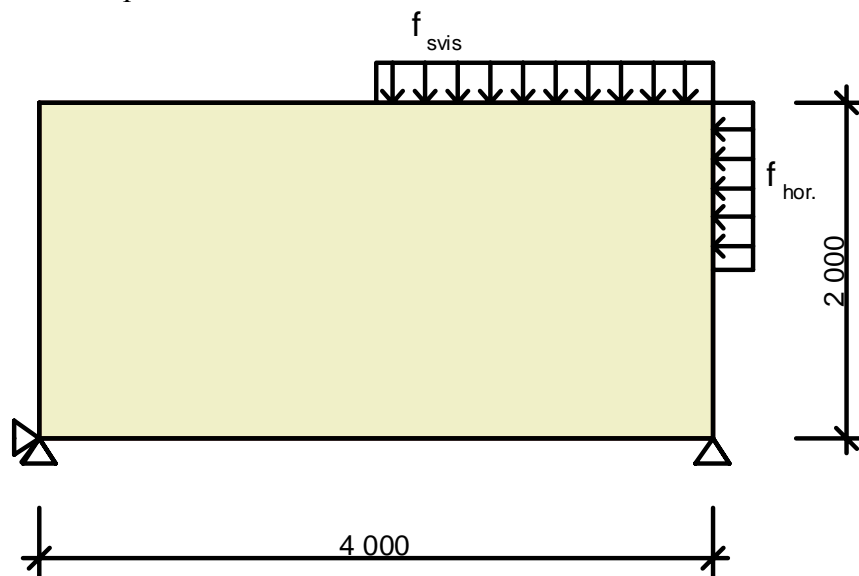
Oldřich Sucharda¹

Abstract

The paper presents a computational analysis of a simple plane structure. The analysis includes a finite element solution and a reliability assessment that utilizes the provided finite element solution. The reliability part of the analysis has been done using the PDPV method and the ProbCalc software.

1 Úvod

V současnosti jsou všeobecně rozvíjeny metody posudku spolehlivosti stavebních konstrukcí, které vycházejí z aplikace pravděpodobnostního počtu. Velmi často jsou do výpočtu zaváděny nejistoty v parametrech úlohy pomocí aplikace simulačních pravděpodobnostních metod typu Monte Carlo [1] nebo jejích úprav (LHS apod.) [3]. Je ovšem možné použít i jiných přístupů, například metody přímého determinovaného pravděpodobnostního výpočtu (PDPV) [2], který vychází z přímé aplikace vztahů pravděpodobnostního počtu.



Obr. 1: Schéma betonové stěny

V příspěvku je uveden příklad výpočtu jednoduché stěny ve stavu rovinné napjatosti, která je posuzována pomocí metody PDPV. Řešení stavu napjatosti a deformace bylo prováděno pomocí metody konečných prvků.

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

2 Popis úlohy

Obdélníková betonová stěna o rozměrech 4x2 m byla zatížena a uložena podle obrázku Obr. 1. Pevnost použitého materiálu byla považována za náhodně proměnnou veličinu. Také zatížení bylo považováno za náhodně proměnné (přičemž se předpokládalo, že poměr velikostí svislé a vodorovné složky zatížení je neměnný), ostatní veličiny (rozměry konstrukce, většina materiálových parametrů) byly považovány za neměnné.

3 Výpočet

3.1 Rozbor úlohy a strategie řešení

Z vyhodnocení úlohy vyplynulo, že při použitých předpokladech o vztahu jednotlivých složek zatížení, při předpokladu isotropního lineárně pružného materiálu a při předpokladu stavu rovinné napjatosti je napětí v konstrukci přímo úměrné velikosti působících sil. Proto bylo rozhodnuto konstrukci nejprve vyřešit metodou konečných prvků pro zvolenou velikost zatížení a určit nejvíce zatížené místo. Poté byla konstrukce podrobena spolehlivostnímu výpočtu metodou PDPV, přičemž do výpočtu vstupovaly vztahy mezi hodnotou zatížení a hlavními velikostmi napětí v kritickém místě konstrukce.

4 Dosažené výsledky

Výpočtem v programu ProbCalc byla pro uvedenou konfiguraci úlohy stanovena pravděpodobnost poruchy hodnotou 0,000 203. Tato hodnota je při nezměněné konfiguraci (parametry a počet intervalů tabulkově zadaných veličin apod.) úlohy neměnná. Při kontrolním výpočtu simulační technikou Monte Carlo byla pro 1000 000 simulací spočtena hodnota pravděpodobnosti přibližně 0,000 208.

5 Závěr

Provedený příklad betonové stěny ukazuje výpočet posudku spolehlivosti pravděpodobnostní metodou PDPV. Pro srovnání korektnosti výsledků je proveden také posudek spolehlivosti metodou SBRA ve výpočetním systému Monte. Dosažené výsledky obou metod jsou velmi podobné. Z porovnání časové náročnosti vyplynulo, že v tomto příkladu je výpočet metodou PDPV méně časově náročný.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory ze státních prostředků prostřednictvím Grantové agentury České republiky. Registrační číslo projektu je 105/07/1265.

MODELOVÁNÍ PLASTICKÉHO CHOVÁNÍ MOMENTOVÉHO SPOJE

MODELING OF PLASTIC BEHAVIOUR OF RIGID CONNECTION

David Mikolášek¹, A. Heiduschke², Jiří Brožovský³

Abstract

The main scope of this article is a detailed study of a static behaviour of massive 3D connections based on a combination of improved timber, dowels and a steel plate. The analysis consists from three steps. A elastoplastic material parameters have been defined first. Then the part of structure with the selected joint has been modelled using frame model. The final stage of modelling have included a 3D non-linear finite element analysis with use contact members in the software ANSYS. The obtained results have been compared with an experimental testing data.

1 Úvod

Cílem tohoto krátkého příspěvku je bližší náhled na chování 3D masivních spojů, konkrétně momentového spoje složeného z lepeného lamelového dřeva, kolíků a ocelové plotny. Samotná analýza tohoto problému byla rozdělena na tři hlavní kroky. V těchto jednotlivých krocích byly postupně vybrány vhodné parametry a nastavení plastického chování celé konstrukce. Vybraný spoj, byl pro získání vnitřních sil namodelován jako prutový model v programu NEXIS, poté byl momentový spoj namodelován jako 3D model v programu ANSYS a počítán geometricky a fyzikálně jako nelineární úloha s kontaktními prvky. Výsledné hodnoty z 3D modelu pak byly srovnávány z deformacemi a silami z fyzikální zkoušky tohoto spoje.

2 Řešení

Dřevěná konstrukce byla uvažována jako ortotropní, zatížená silovým zatížením. Konstrukce je v 3D modelu uchycena jako konzola. Úloha byla počítána geometricky a fyzikálně nelineárně. Ocelový spoj se skládá z ocelové plotny tl. 9mm, ocelových kolíků $\phi 18\text{mm}$, ocel je třídy S235. Dřevěná část konstrukce se skládá z lepeného lamelového dřeva GL 24 (SA).

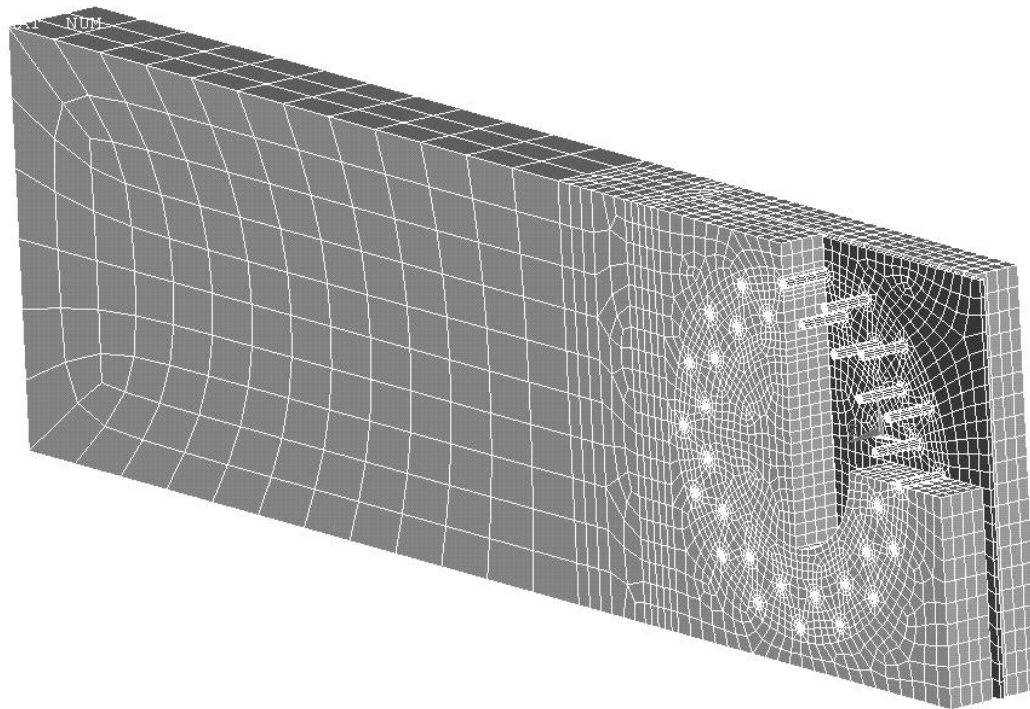
¹ Ing. D. Mikolášek, VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Poděště 1875, CZ708 33, Ostrava-Poruba tel. (+420) 597 321 391, e-mail david.mikolasek.fast@vsb.cz Jméno a příjmení vč. titulů, škola, fakulta, katedra, adresa školy, spojení (e-mail)

² Dr.-Ing. A. Heiduschke, Technische Universität Dresden, Institut für Stahl- und Holzbau, 01062 Dresden, Deutschland, e-mail andreas.heiduschke@tu-dresden.de

³ Ing. J. Brožovský PhD., VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Poděště 1875, CZ708 33, Ostrava-Poruba tel. (+420) 597 321 321, e-mail jiri.brozovsky@vsb.cz Jméno a příjmení vč. titulů, škola, fakulta, katedra, adresa školy, spojení (e-mail)

1

SYS



Obr. 1: Síť 3D modelu spoje

3 Závěr

Po zhodnocení výsledků na 3D modelu ANSYS a hodnot naměřených na skutečné konstrukci bylo zjištěno, že pro zachování reálných hodnot napětí a deformací, musí být spoj modelován pomocí kontaktních prvků a ocelová tak i dřevěná část konstrukce musí být počítána fyzikálně nelineárně. Při dodržení těchto postupů s přihlédnutím k nastavení parametrů pro kontakty a materiály, bylo dosaženo dobré shody se skutečným testem.

Poděkování

Projekt byl realizován za finanční podpory ze státních prostředků prostřednictvím Grantové agentury České republiky. Registrační číslo projektu je GA CR 103/06/1801.

TU-Dresden, panu Prof. P. Haller a panu Dr. A. Heiduschke, Technische Universität Dresden, Institut für Stahl- und Holzbau, 01062 Dresden, Deutschland, e-mail andreas.heiduschke@tu-dresden.de za poskytnutí potřebných informací a zázemí.

*K. Komatsu, M. Harada, *Forestry and Forest Products Research Institute, Japan, Y. Yamanaka, T. Inoue, * Yamasa Timber Co. Ltd, Japan za poskytnutí numerických údajů z fyzikálního testu.*

Literatura

- [1] ČSN EN 1995 –1-1 73 1701, ČNI, PRAHA, 2006
- [2] UŽIVATELSKÁ DOKUMENTACE PROGRAMU NEXIS32. SCIA, 2007
- [3] ANSYS 10 DOCUMENTATION. ANSYS INC., 2005

VLIV NÁHODNĚ PROMĚNNÝCH NA RIZIKO VZNIKU KOROZE ŽB MOSTOVKY VYSTAVENÉ PŮSOBENÍ POSYPOVÝCH SOLÍ

THE EFFECT OF THE RANDOM VARIABLES ON THE ONSET OF CORROSION OF THE RC BRIDGE DECK EXPOSED TO DEICERS

Petr Konečný¹

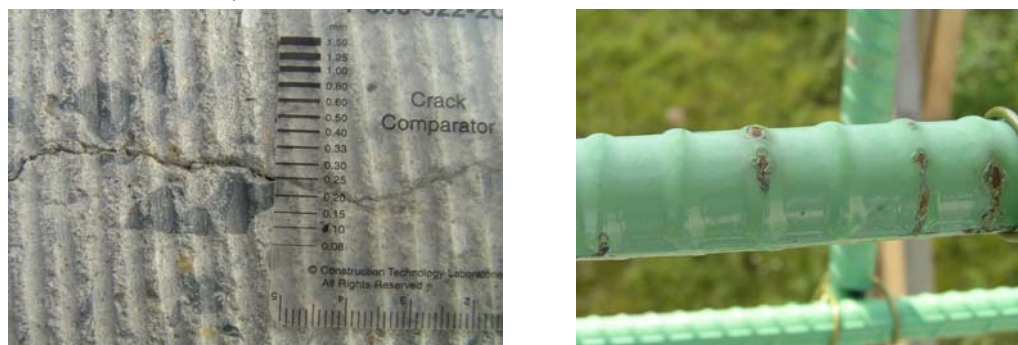
Abstract

The effect of random variables on the chloride ingress into bridge decks with epoxy-coated reinforcing steel is studied with respect to corrosion initiation likelihood. The model combines a finite element model and a Monte Carlo simulation technique for application with chloride ingress in concrete with cracks.

1 Úvod

Odhad trvanlivosti stavebních konstrukcí patří mezi klíčové výzvy dneška. Jedním z dominantních činitelů ovlivňujících životnost železobetonových mostů je koroze výztuže. Působení posypových solí vedoucí ke korozi výztuže může vyvolat pokles užitnosti konstrukce, a ve svém důsledku vézt ke zvýšeným nákladům životního cyklu mostu. Snížená spolehlivost konstrukce a předčasné rekonstrukce rovněž představují zvýšenou zátěž pro životní prostředí. Působení chloridů je tedy nutno zařadit mezi zatížení. Koncentraci solí v nejexponovanějším místě výztuže je vhodné posuzovat jako svébytný účinek zatížení.

Studium vlivu náhodně proměnných na riziko vzniku koroze ŽB mostovky vystavené působení posypových solí je předmětem příspěvku navazujícího mj. na práce [1] a [2]. Je vybrána mostovka s ocelovou výztuží chráněnou proti vlivu chloridů epoxidovým povlakem a krytím. Tento způsob ochrany je běžný na severovýchodě USA (detaily konstrukce viz. Obr. 1).



Obr. 1: Trhlina na nové mostovce (vlevo) a poškozený epoxidový povlak výztuže (vpravo).

Stochastický model umožňuje zohlednit náhodnou interakci trhlin v mostovce a nedostatky epoxidové ochrany ocelové výztuže. 2D model, popsáný v práci [2], je založen na bázi konečných prvků a metodiky SBRA (Simulation-Based Reliability Assessment [3]).

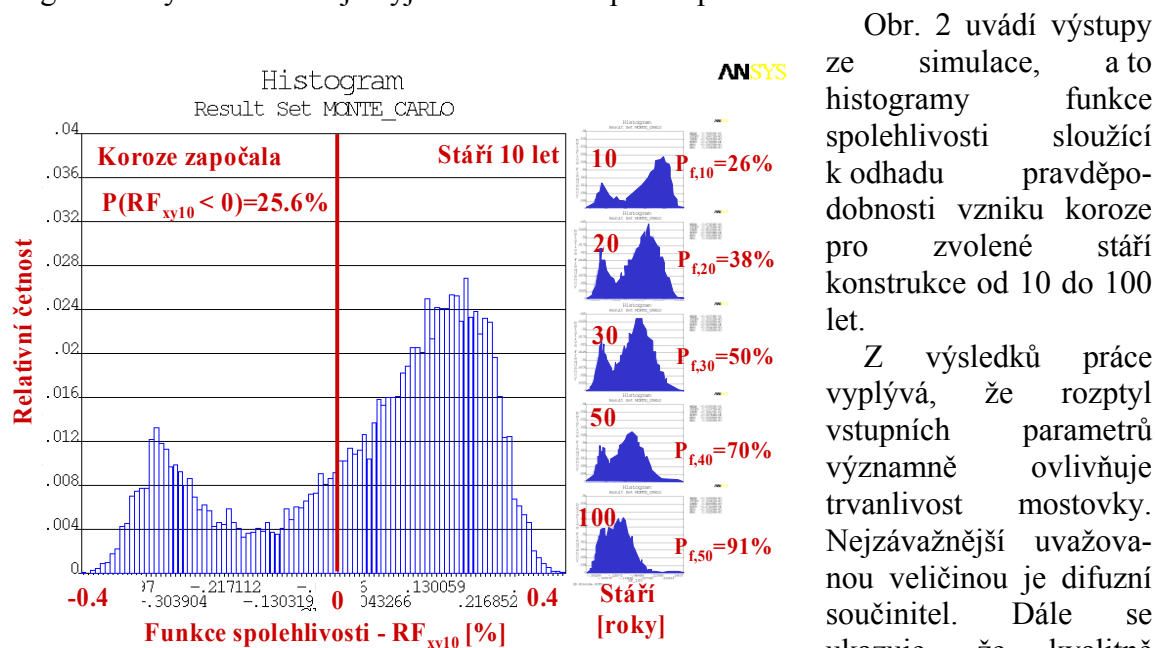
¹ Petr Konečný, Ing., Ph.D., VŠB – TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, L. Poděště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba, (+420) 59 732 1384, petr.konecny@vsb.cz;

2 Modelování degradace vyvolané působením chloridů

Je-li dominantním činitelem ovlivňujícím degradaci a pokles užitnosti mostovky koroze vyvolaná vniknutím chloridů, pak lze život konstrukce rozdělit na fázi iniciační (před započítáním koroze) a fázi propagační (koroze probíhá).

2D MKP model založen na 2. Fickově zákoně difuze je vytvořen v systému ANSYS a je zaměřen na období vzniku koroze. Období iniciace koroze končí depasivací výztuže mostovky, konstrukce přestává plnit požadovanou funkci, a je hodnocena v práci jako nespolehlivá, neboť započala koroze.

Spolehlivost konstrukce je analyzována pravděpodobnostním přístupem. Vstupní náhodně proměnné jsou charakterizovány, jak histogramy, tak spojitými rozděleními. MKP model je kombinován s přístupem SBRA při využití simulačního nástroje Monte Carlo. Je sledována citlivost modelu na náhodně proměnné vstupní parametry. Úroveň degradace výztuže v čase je vyjádřena formou pravděpodobnosti vzniku koroze.



Obr. 2: Histogram funkce spolehlivosti RF, [%] pro 10 let působení chloridů (vlevo), náhledy zobrazují dobu expozice 10, 20, 30, 50 a 100 let.

Obr. 2 uvádí výstupy ze simulace, a to histogramy funkce spolehlivosti sloužící k odhadu pravděpodobnosti vzniku koroze pro zvolené stáří konstrukce od 10 do 100 let.

Z výsledků práce vyplývá, že rozptyl vstupních parametrů významně ovlivňuje trvanlivost mostovky. Nejdůležitější uvažovanou veličinou je difuzní součinitel. Dále se ukazuje, že kvalitně provedená epoxidová ochrana výztuže prodlužuje životnost ŽB desky.

Poděkování

Príspevek byl vypracován v rámci projektu Grantové agentury České republiky GAČR 103/07/0557 s dílčí podporou projektem GAČR 103/05/H036.

Literatura

- [1] TIKALSKY, P., J. and PUSTKA, D., MAREK, P., "Statistical Variations in Chloride Diffusion in Concrete", *ACI Structural Journal*, vol. 102, is. 3, 2005.
- [2] KONEČNÝ, P., *Reliability of Reinforced Concrete Bridge Decks with Respect to Ingress of Chlorides*, Doktorská disertační práce Fakulta stavební, VŠB – TU Ostrava, 2007.
- [3] MAREK, P., GUŠTAR, M. and ANAGNOS, T., *Simulation-Based Reliability Assessment for Structural Engineers*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1995.

POSÚDENIE VPLYVU DYNAMICKÝCH ÚČINKOV VENTILÁTORA ODSÁVACEJ LINKY NA BLOKOVÝ ZÁKLAD A NA STROJNÉ ZARIADENIE

EXPERTISE DYNAMIC EFFECT ACTION BY FAN EVACUATION TRAIN ON BLOCK FUNDAMENTAL AND MACHINE EQUIPMENT

Michal Tomko¹

Abstract

Effect dynamic influence rotary machines on block fundamental is presented in this paper. Approach modelling and appraisal is presented in program Ansys. Follow been deflections and velocity in places effect machine configuration.

1 Úvod

V príspevku prezentujeme spôsob riešenia dynamicky namáhaného základu v programe Ansys. Cieľom dynamického výpočtu bolo preukázanie bezpečnosti a spoľahlivosti základovej konštrukcie vystavenej dynamickému namáhaniu ventilátorom. Výpočet bol realizovaný pre US STEEL Košice. Posúdenie bolo vykonané podľa platných technických noriem.

2 Účel dynamického výpočtu a podklady k výpočtu

Účelom posudku bolo posúdenie vplyvu dynamických účinkov ventilátora ID-FAN: 4653-MV10, MV20, MV30 a elektromotora.

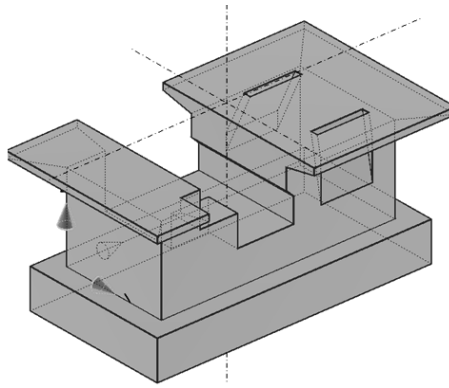
Podklady boli dodané objednávateľom. Súčasťou podkladov boli technologické výkresy strojného zariadenia aj s definovanými dynamickými silami ako aj ich orientáciou. Tvarové riešenie základovej konštrukcie bolo dodané objednávateľom vo forme 3D výkresu.

V procese posudzovania však došlo k zmene tvaru základovej konštrukcie v dôsledku nevyhovujúcich vlastných frekvencií kmitania a s tým súvisiacimi rýchlosťami, výchyľkami a zrýchleniami kmitania.

Výsledkom posúdenia bolo jednoznačné preukázanie rýchlosti kmitania (resp. zrýchlenia a výchyľky) v sledovaných kritických bodoch konštrukcie.

Výpočet bol realizovaný podľa obecných používaných postupov dynamiky stavebných konštrukcií, podľa STN a dostupnej literatúry. V blízkosti základu bol zrealizovaný inžiniersko-geologický prieskum z ktorého bol definovaný modul stlačiteľnosti zeminy, hladina podzemnej vody bola narazená v hĺbke 8,5m. Moment zotrvačnosti je 2830kg.m² a polárny moment zotrvačnosti rotačných častí (Obežné koleso + hriadeľ pre každý ventilátor) súvisiaci so stredovými osami ventilátorov. Konštrukcia základu bola z betónu B20. Priestorová konštrukcia základu je na obr. 1. Základ obsahuje rôzne výrezy, ktoré súvisia z technologickou prevádzkou strojného zariadenia ventilátora.

¹ Michal Tomko, Ing., PhD., Ústav Inžinierskeho staviteľstva, SvF, TU Košice, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, michal.tomko@tuke.sk



Obr. 1: 3D model posudzovanej základovej konštrukcie.

3 Staticko-dynamický výpočtový model

Výpočtový model základu bol vytvorený v programe Ansys, kde bola použitá FEM analýza harmonického kmitania. Model pozostával z 3D prvkov. Boli vytvorené dva výpočtové modely, v prvom bol základ uložený na zemine pomocou kĺbového uloženia, v druhom bol základ uložený pružne. Hmotné časti strojných zariadení boli modelované ako hmotný bod – prvok FEM analýzy.

4 Výpočet vlastného a vynúteného kmitania konštrukcie

V príspevku sú prezentované výsledky FEM analýzy vlastného a vynúteného kmitania konštrukcie s uvedením výchyliek a rýchlosti v sledovaných bodoch.

5 Záver

V príspevku sme chceli poukázať na spôsob modelovania riešenia blokových základov zaťažených dynamickými účinkami točivých strojov. Predmetná konštrukcia základu pod ventilátor ID-FAN 4653-MN10, MV20, MV30 a elektromotor vyhovujú z hľadiska vplyvu dynamických účinkov ventilátora a elektromotora na základové konštrukcie a podložie pod základmi a na vlastné stroje a technologické procesy.

PodĎakovanie

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia vedeckých projektu VEGA 1/4197/07, Nelineárna dynamická interakcia vybraných stavebných konštrukcií s podložím pri seizmickom budení“

Literatúra

- [1] STN 73 1020 NAVRHOVANIE ZÁKLADOV TOČIVÝCH STROJOV
- [2] STN 73 1001 ZAKLADANIE STAVIEB. ZÁKLADOVÁ PÔDA POD PLOŠNÝMI ZÁKLADMI
- [3] STN 73 0032 VÝPOČET STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ ZAŤAŽENÝCH DYNAMICKÝMI ÚČINKAMI STROJOV
- [4] Baťa, M., Plachý, V., Trávniček, F.: DYNAMIKA STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ, SNTL1987 PRAHA
- [5] www.lanstat.szm.sk

MODELOVANIE ZAŤAŽENIA ÚČINKU TEPLoty PÔSOBIACEJ NA KOMOROVÝ MOSTNÝ OBJEKT

MODELING OF TEMPERATURE LOAD EFFECT ACTUATING ON BOX GIRDER BRIDGE OBJECT

Ivo Demjan¹, Michal Tomko²

Abstract

Article is devoted of study, which is assigned on theoretic analysis modelling of temperature loads effect actuating on double-span reinforced concrete bridge object with single box girder.

1 Úvod

V príspevku je prezentovaný postup modelovania zaťaženia účinkami teploty pôsoiacej na mostný objekt. Cieľom tohto článku je prezentovať štúdiu, v ktorej, sa uvažovalo so šírením tepla aj po dĺžke mostnej konštrukcie, čo reálnejšie zobrazuje skutočné pôsobenie teploty.

Pre potreby tejto štúdie bola vykonaná teoretická analýza zameraná na železobetónový uzavretý komorový mostný objekt zaťažený účinkami teploty. V danom prípade sa modelovanie zaťaženia účinku teploty pôsoiacej na mostný objekt s prierezovým profilom, ktorý len v „hrubom priblížení“ zodpovedá reálnemu betónovému komorovému nosníku.

2 Mostný objekt zaťažený účinkami teploty

V programe ANSYS sa vytvoril FEM model mostnej konštrukcie a realizovala sa teplotná analýza, ktorá bola zameraná na dvojrozmerné šírenie tepla v konštrukcii mosta. Teplotnou analýzou sme získali šírenia tepla po hrúbke jednotlivých stien uzavretého jednokomorového prierezu a po dĺžke mostnej konštrukcie. Hodnoty teplôt, ktorými boli po obvode, t.j. na stenách, zaťažené jednotlivé profily mostnej konštrukcie, sú prebraté z normy EN 1991-1-5.

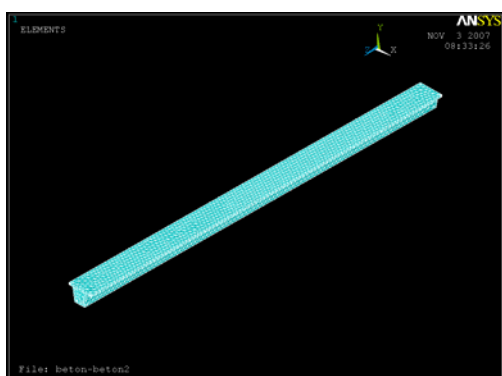
Priebeh teplôt po priereze bol následne pretransformovaný na zaťažovací stav, t.j. mostný objekt bol zaťažený účinkami teploty. Model mostného objektu sa analyzoval „structural stress thermal FEM analýzou“. Pri „structural stress thermal FEM analýze“ dvojpoľového mosta sa sledovali pretvorenia, pomerné deformácie a napätia.

Účinky dvojrozmerného šírenia teploty v konštrukcii mosta tvoreného uzatvoreným jednokomorovým profilom sa uvažovali v troch variantoch:

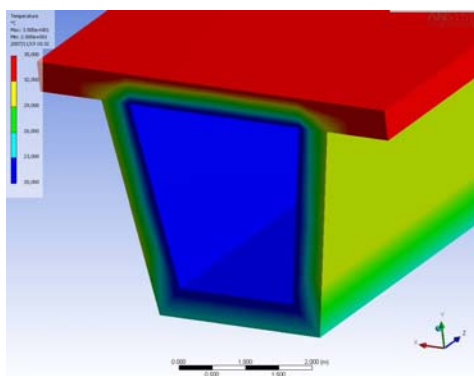
- 1) teplotný spád je uvažovaný len vo zvislom smere – oteplenie (obr. 4);
- 2) teplotný spád je uvažovaný len vo zvislom smere – ochladenie (obr. 9);
- 3) teplotný spád je uvažovaný vo zvislom a vodorovnom smere – oteplenie (obr. 14).

¹ Ing. Ivo Demjan, PhD., TU, Stavebná fakulta, KSM ÚIS, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, ivo.demjan@tuke.sk

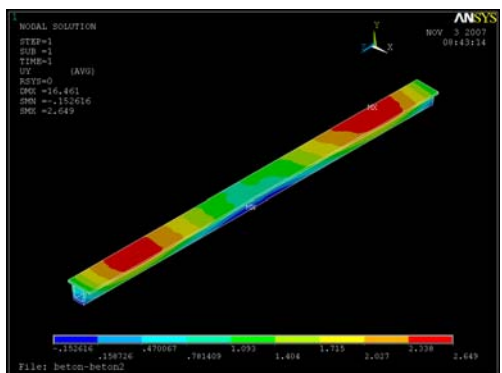
² Ing. Michal Tomko, PhD., TU, Stavebná fakulta, KSM ÚIS, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, michal.tomko@tuke.sk



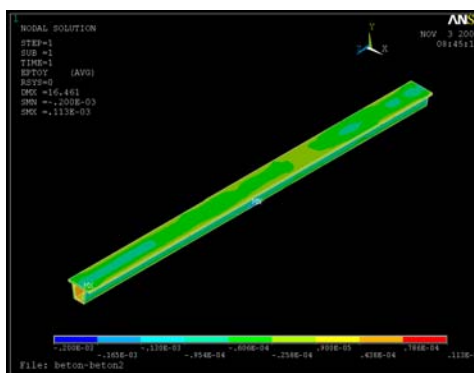
Obr. 1 FEM model mosta



Obr. 2 Prestup tepla profilom – oteplenie vo zvislom smere



Obr. 3 Deformácia mosta (δ_y [mm]) v smere osi Y



Obr. 4 Pomerná deformácia mosta (ϵ_y [-]) v smere osi Y

Pri dvojrozmernom uvažovaní vplyvu teploty je teplotný spád uvažovaný vo zvislom a vodorovnom smere, t.j. vzniká aj v horizontálnej rovine mostného objektu horizontálny ohybový účinok, ktorý pôsobí na steny profilu uzavretého komorového nosníka. Z prezentovaných výsledkov je zrejmé, že nelineárny vplyv teploty šírený dvomi smermi ovplyvňuje normálové napätia a deformácie v konštrukcii mosta.

3 Záver

Pri riešení konkrétneho výpočtu mostného objektu zaťaženého účinkami teploty musí predchádzať odpovedajúca analýza vhodnosti použitia konkrétnej metódy, postupu a zjednodušujúcich predpokladov. Je to nutné pre zaistenia kvality modelovania a následnú interpretáciu získaných výsledkov.

Pod'akovanie

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia projektu VEGA č. 1/4197/07 "Nelineárna dynamická interakcia vybraných stavebných konštrukcií s podložíom pri seizmickom budení".

Literatúra

- [1] STN ENV 1991-1-5 Eurokód 1: ZAŤAŽENIE KONŠTRUKCIÍ. ČASŤ 1-5: VŠEOBECNÉ ZAŤAŽENIA – ZAŤAŽENIA ÚČINKAMI TEPLoty, november 2007
- [2] STN P ENV 1991-2-5 Eurokód 1: ZÁKLADY NAVRHOVANIA A ZAŤAŽENIA KONŠTRUKCIÍ. ČASŤ 2-5: ZAŤAŽENIE KONŠTRUKCIÍ – ZAŤAŽENIA ÚČINKAMI TEPLoty, december 2000
- [3] ČSN 73 6203: ZAŤAŽENIE MOSTOV, jún 1986

MODELOVANIE KRÁTKOVLÁKNOVÝCH KOMPOZITNÝCH DOSIEK

MODELING OF COMPOSITE PLATES REINFORCED BY SHORT FIBERS

Eva Kormaníková¹

Abstract

In the paper there is described micromechanical and macromechanical modeling of random reinforced composite plates. There is developed analytical and numerical modeling of fiber reinforced 2-D structures. The example at the end of the paper solves material characteristics and displacements w of random reinforced composite plate.

1 Úvod

V aplikáciách, kde je ochrana proti korozívnemu prostrediu dôležitým faktorom, ako napr. nádrže, v množstve aplikácií v automobilovom priemysle, v stavebníctve a pod. je výhodné použiť lamináty, ktoré majú každú vrstvu izotropnú. Účinným spôsobom zostrojenia izotropnej vrstvy je použitie náhodne orientovaných krátkych vlákien ako výstuže vrstvy.

2 Určenie modulu pružnosti krátkovláknových kompozitov

Modul pružnosti krátkovláknových kompozitov je závislý od systémových premenných, ako sú tvarový parameter vlákna l/d , objemový podiel vlákien ξ a vlastnosti zložiek. Vzťahy pre výpočet priečného a pozdĺžneho modulu usmernených krátkovláknových kompozitov sú [2]:

$$E_1 = E^{(m)} \frac{1 + \frac{l}{d} \zeta_E \eta_L \xi}{1 - \eta_L \xi}, \quad E_2 = E^{(m)} \frac{1 + \zeta_E \eta_T \xi}{1 - \eta_T \xi}, \quad E = \frac{3}{8} E_1 + \frac{5}{8} E_2$$

$$G_{12} = G^{(m)} \frac{1 + \zeta_E \eta_G \xi}{1 - \eta_G \xi}, \quad \nu_{12} = \nu^{(m)} \frac{1 + \zeta_E \eta_\nu \xi}{1 - \eta_\nu \xi}, \quad (1)$$

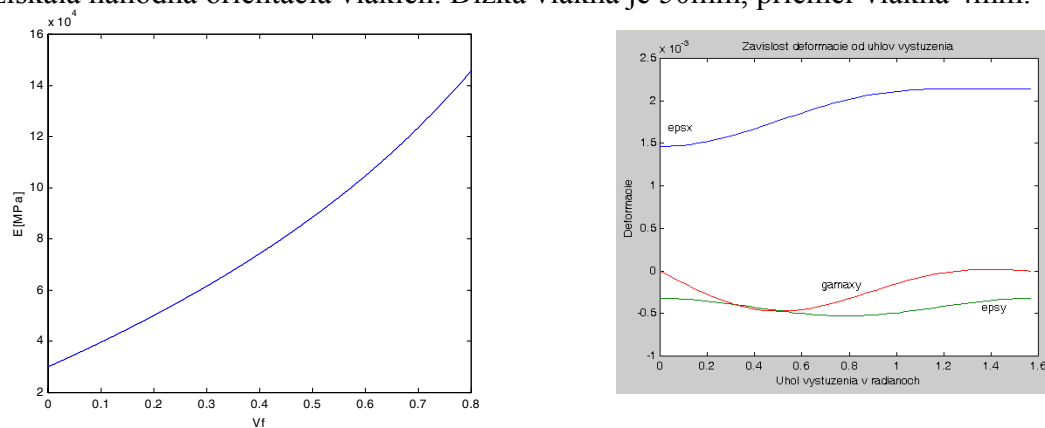
kde E_1 a E_2 sú pozdĺžny a priečny modul pružnosti usmerneného krátkovláknového kompozitu, ktorý má rovnaký tvarový parameter a objemový podiel vlákien ako uvažovaný kompozit.

3 Numerický príklad

Príklad rieši po obvode kĺbovo podopretú štvorcovú dosku s dĺžkou strany $L = 3,5\text{m}$, ktorá je zaťažená rovnomerným spojitým zaťažením v ohybovej rovine s intenzitou

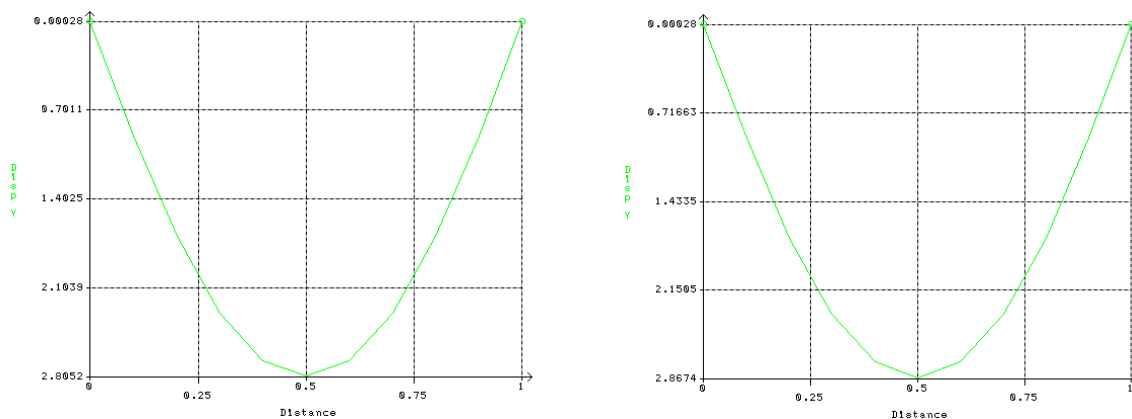
¹ Ing. Eva Kormaníková PhD., TU Košice, Stavebná fakulta, ÚIS, KSM, Vysokoškolská 4, 04001 Košice, 055 602 4168, Eva.Kormanikova@tuke.sk

75kPa. Betón vystužený oceľovými vláknami kruhového prierezu je premiešaný tak, aby sa získala náhodná orientácia vlákien. Dĺžka vlákna je 50mm, priemer vlákna 4mm.



Obr. 1a: Graf závislosti modulu pružnosti E kompozitu od objemového podielu vlákien – MATLAB

Obr. 1b: Graf závislosti pomerných deformácií vrstvy od stupňa vystuzenia vrstvy – MATLAB



Obr. 2a: Priebeg priehybov w - COSMOS/M [mm], rez I-J – náhradný ekvivalent

Obr. 2b: Priebeg priehybov w - COSMOS/M [mm], rez I-J – laminát $[0/\pm 60]_s$

4 Záver

V článku je poukázané na dva spôsoby modelovania dosky vystuženej náhodne orientovanými krátkymi vláknami. Prvý spôsob je riešenie pomocou klasickej teórie laminátov ako symetrický laminát $[0/\pm 60]_s$. Druhý spôsob je riešenie pomocou náhradného ekvivalentu t.j. riešenie homogénnej izotropnej dosky. Porovnanie priehybov dosky môžeme pozorovať na obr. 2a a 2b. Odchýlka v hodnotách priehybov v strede dosky je 2,2%.

Článok vznikol za finančnej podpory grantového projektu VEGA 1/4202/07.

Literatúra

- [1] Gürdal, Z., Haftka, R., T., Hajela, P. DESIGN AND OPTIMIZATION OF LAMINATED COMPOSITE MATERIALS, J. WILEY & SONS, 1999
- [2] Ararwal, B. D., Broutman, L., J. VLÁKNOVÉ KOMPOZITY, PRAHA, 1987
- [3] Altenbach, H., Altenbach, J., Kissing, W. STRUCTURAL ANALYSIS OF LAMINATE AND SANDWICH BEAMS AND PLATES, LUBLIN, 2001
- [4] V. Kompiš, M. Štiavnický: Computational simulation of composites reinforced by short fibers. Chem. Listy, (2007) 101, p. 25

MODELOVANIE INTERAKCIE NÁDRŽE S KVAPALINOU MKP

MODELLING OF INTERACTION TANK WITH FLUID USING FEM

Kamila Kotrasová¹

Abstract

This article contains description of methods for solution of interaction of rectangular containment with fluid using FEM. Two models were used for solution. Static loading was used in the first model; modeling using FEM ALE FSI was used for the second model. Computer program Adina was used for both solutions and at the end the two solutions were compared.

1 Úvod

Vzájomné pôsobenie zásobníka a skladovanej kvapaliny modelovaním metódou konečných prvkov (MKP) predstavuje náročný problém. Aby sme získali prípustnú výpoveď, sú potrebné náročné počítačové simulácie. Rozsiahle idealizácie, ktoré vyžadujú numericky nahraditeľný model v oblasti geometrie, mechanického popisu a materiálových zákonitostí, musia byť primerané nastoleniu problému tak, aby sa podstatné vplyvy pri splnení predpokladov a zjednodušení odrazili vo výsledku výpočtov. Tak isto musia byť známe predpoklady a hranice použitia numerických prostriedkov, ktoré sa použijú na vyriešenie problému. Súčasný vývoj numerických metód, výpočtovej techniky a softvérového vybavenia umožňuje simulovať aj problém nádrž - kvapalina od pôsobenia aj extrémnej kombinácie zaťaženia, ako aj samotného modelovania prúdenia kvapaliny.

Metóda konečných prvkov sa uplatňuje najmä pri modelovaní deformačno-napät'ových úloh. Je lepšie aplikovateľná na úlohy, ktoré vyžadujú Lagrangeov opis pohybu kontinua. Pri simulácii prúdenia kvapalín, keď sa vyžaduje Eulerov opis pohybu kontinua, je preferovaná metóda konečných objemov. Napriek tomu pri riešení prúdenia sa využíva aj MKP. Mnohé komerčne úspešné programy aplikujúce MKP (ADINA, ANSYS, ABAQUS, ...) majú v súčasnosti implementované algoritmy s možnosťou modelovania úplných viazaných úloh, vzájomné pôsobenie telies a tekutín, t.j. interakciu telies s kvapalinou, „fluid-structure interaction“ (FSI). Deformačno-napät'ový stav telies je riešený na základe Lagrangeovej formulácie a dynamická rovnováha tekutinového regiónu je opísaná voľnou Lagrangeovou a Eulerovou formuláciou [1-4].

2 Formulovanie kapaliny MKP

Diskretizované rovnice rovnováhy telies

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{u}} + \mathbf{C}\dot{\mathbf{u}} + \mathbf{K}\mathbf{u} = \mathbf{F} \quad (1)$$

sa riešia samostatným počítačovým algoritmom. Tlak tekutiny vstupuje do základných rovníc cez okrajovú podmienku zaťaženia na spoločnej hranici, indexom „s“ je označené teleso (solid), a indexom „f“ tekutinu (fluid).

¹ Ing. Kamila Kotrasová, TU v Košiciach, Stavebná fakulta, Ústav inžinierskeho staviteľstva, Katedra stavebnej mechaniky, Vysokoškolská 4, 040 02 Košice, SR, (kamila.kotrasova@tuke.sk)

$$\mathbf{t}^f = \mathbf{t}^s \tag{2}$$

Vplyv deformácie telesa vstupuje do tekutiny cez kinematickú okrajovú podmienku

$$\text{posunutie hranice FSI: } \mathbf{u}^f = \mathbf{u}^s \tag{3}$$

$$\text{rýchlosť hranice FSI: } \dot{\mathbf{u}}^f = \dot{\mathbf{u}}^s \tag{4}$$

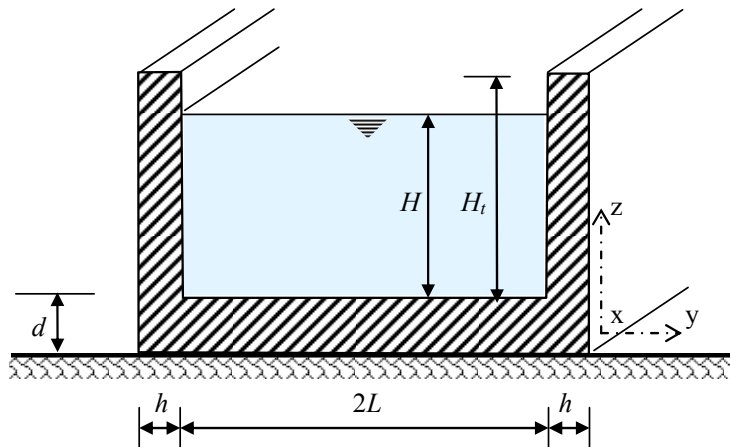
Výhodou samostatného riešenia pevného a tekutinového regiónu sa stáva možnosť generovania siete s rozdielnou hustotou prvkov. Diskretizácia tekutinovej oblasti vyžaduje obyčajne oveľa hustejšiu sieť, ako teleso. Taktiež je dôležité, aby sa mohla hranica tekutiny kĺzať po okraji telesa, čo je v mnohých prípadoch prevencia proti extrémnemu deformovaniu výpočtovej siete tekutinovej oblasti. Deformovanie tekutinových prvkov spôsobuje zhoršenie konvergenie riešenia. Techniky ALE formulácie dovoľujú analýzu prúdenia v uzavretých aj otvorených priestoroch.

Na získanie matematického modelu opisu správania sa tekutiny je potrebné definovať okrajové podmienky. Najčastejšie sa vyskytujúce typy pohyblivých hraníc sú:

- typ voľná hladina,
- typ hranica tekutiny s telesom.

3 Numerické experimenty

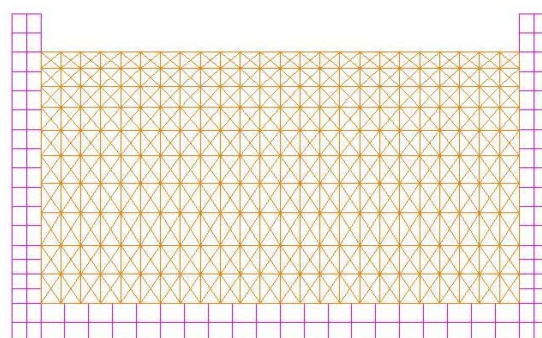
Je uvažovaná nekonečne dlhá pravouhlá nádrž (plavebná komora, kanál) v smere osi x .



Obr. 1: Priečný rez pravouhlou nádržou



Obr. 2: Schéma statického zaťaženia



Obr. 3: Schéma simulácie FSI ALE

PodĎakovanie

Projekt bol realizovaný za finančnej podpory zo štátnych prostriedkov prostredníctvom Grantovej agentúry Slovenskej republiky VEGA č. 1/4202/07 a 1/0849/08.

PRŮBĚH TEPLoty OHÝBANÉHO OCELOVÉHO NOSNÍKU ZA POŽÁRU

TEMPERATURE TIME BEHAVIOUR OF A SIMPLE STEEL BEAM DURING FIRE

Lenka Lausová¹

Abstract

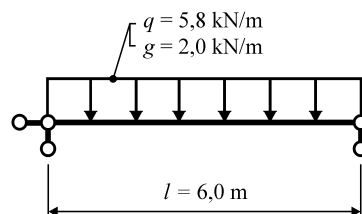
This paper compares a time behavior of temperature of a simple steel beam during fire. There are described the differences between nominal and parameter temperature curve.

1 Úvod

Tento článek porovnává možné časové průběhy teplot prostého ocelového nosníku během požáru. Teploty plynu a nosníku jsou znázorněny nominální normovou a parametrickou teplotní křivkou. V článku jsou popsány základní rozdíly mezi oběma křivkami a z toho vyplývající závěry. Pro srovnání jsou v tabulce uvedeny teploty plynu a nosníku v 5, 10, 15 a 20 minutách trvání požáru.

2 Metody a postupy řešení

V příspěvku je řešen prostý ocelový nosník I220, jehož hodnota meze kluzu $f_{yk}=355\text{MPa}$ a rozpětí $l=4,0\text{m}$. Tento nosník je zatížen rovnoměrným spojitým zatížením. Stálé zatížení $g_k=4,0\text{kNm}^{-1}$ a nahodilé zatížení $q_k=15\text{kNm}^{-1}$. Jedná se o místnost v knihovně půdorysných rozměrů $12\times 24\text{m}$ (A_f), výška místnosti $h=3,5\text{m}$, plocha svislých otvorů $A_v=33,5\text{m}^2$.



Obr. 1: Schéma nosníku

2.1 Nominální normová teplotní křivka

Teplota plynů se podle normové teplotní křivky řídí logaritmickou funkcí a je závislá pouze na době požáru. Přírůstek teploty v konstrukci se vypočte z teploty plynů prostřednictvím tepelného toku h_{net} a je závislý na součiniteli průřezu, na hodnotě měrného tepla a měrné hmotnosti materiálu.

2.2 Parametrická teplotní křivka

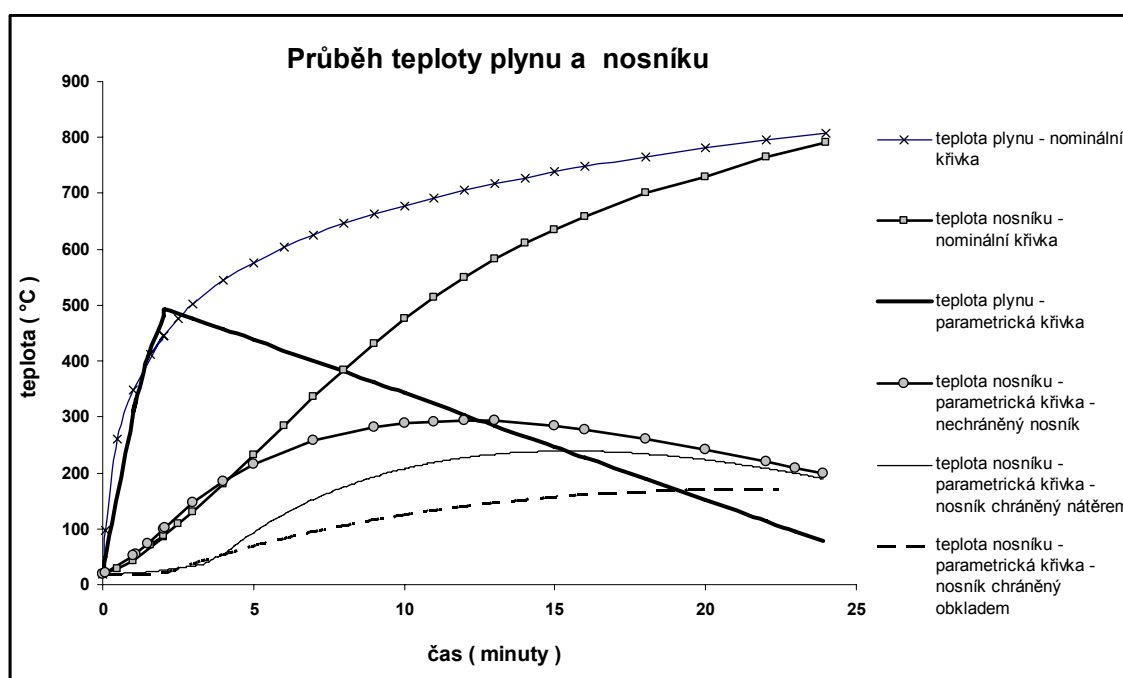
Při modelování parametrické teplotní křivky je teplota plynu popsána dvěma funkcemi jak pro rozvoj požáru (exponenciální funkce) tak i pro fázi chladnutí (lineární funkce), což mnohem lépe vystihuje průběh skutečného požáru. Teplota nosníku je odvozena

¹ Ing.Lenka Lausová, VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Podéště 1875, 708 00 Ostrava – Poruba, lenka.lausova@vsb.cz

opět z hodnot teploty plynů a spočítána pro nechráněný průřez, průřez chráněný intumescentním nástřikem a sádrovou deskou. Zpomalení nárůstu teploty nosníku je ovlivněno tepelně technickými vlastnostmi ochranného materiálu a jeho tloušťkou.

Tab. 1: Vypočtené teploty plynu a nosníku

hodnoty teplot plynů a nosníku		teplota [°C] v čase t			
		5 min	10 min	15 min	20 min
normová teplotní křivka	Θ_g - teplota plynů	576	678	738	782
	Θ_a - teplota nosníku	209	445	611	706
parametrická teplotní křivka	Θ_g - teplota plynů	438	342	247	152
	Θ_a - nechráněný průřez	200	283	286	252
	Θ_a - nástřik	82	201	235	221
	Θ_a - obložení	69	125	157	170



Obr. 2: Průběh teploty plynu a nosníku

3 Závěr

Z hodnot uvedených v tabulce a obr.2 vyplývají rozdíly dosažených teplot plynů a konstrukce. Při výpočtu podle normové křivky dosáhne teplota konstrukce mnohem vyšší teploty než podle parametrické křivky. Při zohlednění druhu ochrany průřezu je patrný rozdíl mezi nechráněným nosníkem, nosníkem chráněným nástřikem a obkladem.

Literatura

- [1] Wald, F. a kolektiv, VÝPOČET POŽÁRNÍ ODOLNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ, ČVUT PRAHA, 2005
- [2] ČSN EN 1991-1-2. EUROKÓD 1: ZATÍŽENÍ KONSTRUKCÍ, ČÁST 1-2, OBECNÁ ZATÍŽENÍ, ZATÍŽENÍ KONSTRUKCÍ VYSTAVENÝCH ÚČINKŮM POŽÁRU, ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, PRAHA, 2004

OVĚŘENÍ RIZIKA NEROVNOMĚRNÉHO SEDÁNÍ ZÁKLADOVÉ DESKY VLIVEM TĚŽBY ŠTĚRKOPÍSKU

CHECK ON DIFFERENTIAL SETTLEMENT RISK OF BASEMENT SLAB CAUSED BY GRAVEL SAND MINING

David Jonov¹

Abstract

The paper deals with concrete hazard check, which resulted from hazard operation study of foundations of industrial building. Checked object is reinforced concrete basement slab and it is under the mortar plant. Checked hazard is differential ground settlement caused by gravel sand mining, which influences the basement slab.

1 Úvod

Článek se zabývá posouzením konkrétního nebezpečí, které vyplynulo během procesu rizikové analýzy základů průmyslového objektu.

Posuzovaným objektem je železobetonová základová deska pod výrobnou maltových směsí a nerovnoměrný pokles terénu způsobený budoucí těžbou v nedalekém těžebním prostoru štěrkopísku je uvažovaným nebezpečím, které na základovou desku působí.



Obr. 1: Pískovna Dolní Lutyně

2 Vliv těžby na podzákladí

Výsledné hodnoty parametrů ovlivnění podzákladí výrobního objektu těžbou štěrkopísku v lokalitě Dolní Lutyně – Velké lány byly získány pomocí matematického modelu [3].

Uvedené hodnoty sedání a horizontálních posunů budou postupně vznikat při přibližování lomu k hraně závěrného svahu v závislosti na hloubce těžebních etází. Maximální hodnoty deformačního ovlivnění lze s určitou bezpečností uvažovat ve velikostech:

Sedání:

- na hraně objektu bližší závěrnému svahu: 23-25 mm
- na hraně objektu vzdálenější závěrnému svahu: 8-10 mm

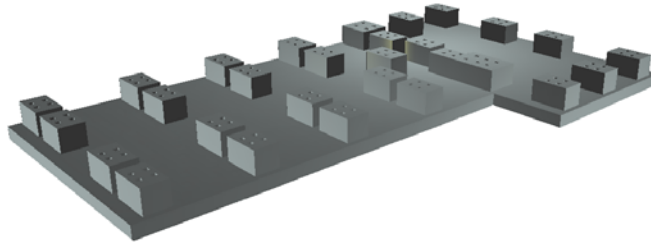
Horizontální posuny:

- na hraně objektu bližší závěrnému svahu: cca 20 mm
- na hraně objektu vzdálenější závěrnému svahu: cca 13-15 mm

¹ Ing. David Jonov, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky, L. Poděště 1875, 708 33 Ostrava, e-mail: david.jonov@vsb.cz

3 Výpočetní model základové desky a podloží

Model byl vytvořen v programu Nexis32. Model základové desky je vytvořen skořepinou XYZ s vloženými uzly v místech kotvení ocelových sloupů. Deska je tvaru L a maximální půdorysné rozměry desky jsou 20 x 36 m. Síť je tvořena prvky velikosti 0,1 m. Model podloží byl proveden pomocí modulu SOILIN, parametry modulu byly zadány na základě zjištěných fyzikálně-mechanických vlastností zemín. Nerovnoměrný pokles terénu byl uvažován 17 mm a byl modelován dvěma způsoby, poprvé nakloněním modelu desky a podruhé lineární změnou parametrů podloží (zejména E_{def}) ve směru vlivu těžby. Vliv horizontálních posunů byl modelován vodorovným plošným zatížením v základové spáře vyvozujícím přidavné tahové napětí v desce



Obr. 2: Tvar základové desky

4 Závěr

Z porovnání výsledných ohybových momentů pro stávající stav a pro stav základové půdy po projevu těžby štěrkopísku vyplývá, že vnitřní síly na základové desce vzrostou vlivem nerovnoměrného poklesu terénu (17mm na délce 26,250 m) o přibližně 5%. Tato hodnota je zanedbatelná vzhledem k faktu, že konstrukce byla navržena s hodnotou únosnosti o 10% vyšší než byla požadovaná.

Dalším výpočtem bylo zjištěno, že pro tuto stavbu by nerovnoměrný pokles způsobující nárůst vnitřních sil o více než 10% (tedy nárůst, který by způsobil překročení únosnosti) musel být minimálně 70 mm na délce 26,250 m. Takový pokles by ale vyvolal naklonění ocelové konstrukce, které by se již muselo řešit rektifikací.

Závěrem lze jako podklad pro určení míry rizika konstatovat, že pro základovou konstrukci objektu výroby maltových směsí je při dodržení plánu těžby štěrkopísku (zejména polohy závěrného svahu) riziko vyvolané nerovnoměrným poklesem terénu souvisejícím s těžbou zanedbatelné.

Poděkování

Příspěvek byl vypracován za finančního přispění MŠMT, projekt IM0579, v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS.

Literatura

- [1] BRADÁČ, J. NAVRHOVÁNÍ OBJEKTŮ NA PODDOLOVANÉM ÚZEMÍ - KOMENTÁŘ K ČSN 73 0039A
- [2] KOLÁŘ, NĚMEC STUDIE NOVÉHO MODELU PODLOŽÍ STAVEB, ČSAV PRAHA, 1986
- [3] ALDORF, J. STANOVENÍ VELIKOSTÍ PARAMETRŮ OVLIVNĚNÍ PODZÁKLADÍ VĚŽOVÉHO OBJEKTU FIRMY BAUMIT TĚŽBOU ŠTĚRKOPÍSKU V LOKALITĚ DOLNÍ LUTYNĚ - VELKÉ LÁNY, OSTRAVA, 2007