

Oponentský posudek bakalářské práce studenta

Eduarda Šimůnka

na téma

MKP model pro simulaci MMB testu kohezivního rozhraní

Autor se v práci zabývá analýzou namáhání a porušení rozhraní jednosměrových a tkaninových kompozitů na základě standardizovaných testů DCB, ENF a MMB. Obsah je stručně a jasně shrnut v abstraktu práce samotné.

Stěžejní částí práce je vytvoření nástroje pro analýzu delaminace pomocí numerické simulace tzv. MMB testu v SW Abaqus, a to ve formě skriptů v jazyce Python. Nástroj byl následně implementován do obecnějšího balíku pro simulaci i dalších testů (vedoucí práce T. Kroupa). Tento nástroj pak může umožnit uživateli relativně snadné, rychlé a především hromadné zpracování uvažovaných variant modelu např. při rozsáhlých optimalizačních úlohách.

Dovedu odhadnout, jaké množství práce se skrývá za tvorbou nástroje. Jistě byl budován postupně v několika verzích. Je proto škoda, že popis je nakonec proveden pouze půlstránkou textu a jedním schématem (obr. 12). Detailnější popis samotného kódu, ukázky nejdůležitějších částí nebo dokonce úplný výpis v příloze by určitě přispěl ke zvýšení kvality celé práce.

Práce má celkem 40 stran a je rozdělena do 7 kapitol. Grafické provedení práce (text a matematická sazba) má velmi dobrou úroveň s minimem překlepů, jen u některých ilustrativních obrázků by bylo vhodné věnovat více času jednotnému stylu (písmo a barvy zejména u převzatých či překreslených) a stěžejní grafy se získanými výsledky zvětšit a použít u nich větší písmo (údaje jsou velmi špatně čitelné).

Formální připomínky

- Pokud možno použít jednotné značení napříč kapitolami a vysvětlit význam veličin jen při prvním výskytu (E , a , b , h atp.).
- Pozor na významový rozdíl veličiny G „rychlost uvolňování deformační energie“ a parametru G_c , tj. kritické hodnoty veličiny G .
- Abstract – Spojení „stress I and II“ má být „mode I and II“.
- Kap. 1 – Vlastnosti kohezivního modelu jsou popsány materiálovými A GEOMETRICKÝMI parametry rozhraní. Tloušťka rozhraní určitě hraje roli. Víte, v kterém parametru je ukryta?
- Kap. 2 – Není pravda, že úloha lomové mechaniky popisuje VZNIK trhliny. Existence trhliny je *a priori* předpokládána.
- Kap. 3 – „osové zatížení“ je patrně vždy prostě „síla“.
- (4) – je-li a počáteční délka trhliny, pak F je síla, při které (poprvé) dochází k růstu trhliny.
- 3.2 – Uvedená teorie (Euler-Bernoulli) by měla být zmíněna již v 3.1.
- 3.3 – Hmotnost nelze porovnávat se zatížením F . Tíhu ano.
- 3.3 – „Dostatečně velké“ zatížení bude ve skutečnosti tlaková síla. Hodnoty 0 poměr módů nemůže dosáhnout. Možná by to mohlo být jednoznačně uvedeno pomocí intervalu.
- 4.1 – Spojené části ... jsou ... uvažovány jako ... model? To není pochopitelné.
- (11) – ve vztahu jsou SLOŽKY tenzoru napětí, matice je buď TUHOSTI nebo ELASTICKÝCH konstant a veličiny ozn. epsilon nejsou jen zkosy!!!
- Obr. 7 – Vlákno je kratší než okolní matrice? Je obrázek původní?

- 4.1.1 – Poissonova čísla nemohou být „ve směru“. Chybí význam ν_{32} . Matice má 6 různých prvků definovaných pomocí 5 nezávislých konstant.
- 4.1.2 – Obecně mohou být moduly ve směru osy a útku rozdílné. G_{12} a G_{23} jsou moduly pouze v rovinách 13 a 23, nikoliv ve všech kolmých na 12. Rovina 12 zde není rovinou izotropie.
- 4.3 – ... musíme znát POLOHU a ORIENTACI roviny a čela trhliny. Módy I, II a III nejsou definovány v „systému parametrů“. Chybí matematické vyjádření či přiřazení G_I^{MMB} .
- Kap. 5 – Pozor na formální rozdíl mezi pre- a postprocesorem Abaqus CAE a řešičem Abaqus Solver. Celek lze označit jako SW balík. Pokud nebyla použita subroutine, pak byl jistě proveden postprocessing i v Abaqusu (např. vypsaní hodnot veličin do souboru).
- 6.4.1-6.4.6 – Analyzované parametry „jsou“ popisovanou vlastností, nikoliv že jen „ovlivňují“ popisovanou vlastnost. Zcela chybí slovní zhodnocení vlivu, čtenář musí sám obrázky zkoumat a dělat závěry.
- Kap. 7 – Pokud se poslední odstavec váže na tuto práci (autorovo přínos), bylo by vhodné uvedenou rešerši blíže konkretizovat. V textu práce o takové rešerši není jiná zmínka.
- Reference – U odkazů [3, 6, 7, 8 a 10] chybí bližší specifikace zdroje (skripta, diplomová práce, časopis – který?).

Otázky

1. 3.3 – Vysvětlete detaily v grafu na obr. 6. Jedná se o hladkou křivku? Čemu odpovídá přerušovaná čára?
2. 4.1.2 – Jaký je počet nezávislých konstant u tohoto typu materiálu?
3. 4.2 (16) a (17) – Platí tyto vztahy i v průběhu zatížení (a odlehčení)? Jsou k_{ij} konstanty?
4. Kap. 5 – Jaké kinematické závislosti (typy vazeb, ozn. v SW Abaqus) byly použity pro posuv referenčních bodů? Jaký vliv má na výsledky velikost prvků?
5. Obr. 13 – Odpovídá uchycení pravé části vzorku realitě (pantu v obr. 4b)? Nemůže toto být zdrojem chyby např. v obr. 17b?
6. Kde a jakým způsobem jste získal data pro Tab. 1 a 2 a závislosti „Porovnání“ v obr. 14 atd. V citovaném článku [8] nic takového není.
7. 6.4.1-6.4.6 – Jaké závěry vyplývají z provedené analýzy?
8. Kap. 7 – Proč je lepší zatěžovat vzorek zvoleným poměrem módů, tj. použít MMB? Uveďte nějaký praktický příklad.

Závěrem konstatuji, že student splnil všechny body zadání bakalářské práce, a proto tuto práci doporučuji k obhajobě a hodnotím ji známkou

velmi dobře.

V Plzni 17. 6. 2019

doc. Ing. Robert Zemčík, Ph.D.