



Recenzja

pracy doktorskiej mgr inż. Małgorzaty Pająk
pt. „Rozbudowa, kalibracja i weryfikacja sprężysto – plastycznego modelu materiałów geologicznych”

Promotorem rozprawy doktorskiej jest prof. dr hab. inż. Stanisław Majewski.

Recenzja została wykonana na zlecenie Dziekana Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej – dr hab. inż. Jerzego Sękowskiego, prof. Politechniki Śląskiej, zgodnie z uchwałą Rady tego Wydziału z dnia 30 września 2009r.

1. Ogólna charakterystyka pracy

Praca dotyczy betonu, a dokładniej jego właściwości wytrzymałościowych przy różnych szybkościach obciążania. Praca ma charakter analityczno – teoretyczno – doświadczalny. Elementy analizy zostały przez doktorantkę opracowane na podstawie szerokich badań literaturowych. Teoria została oparta o model ciała sprężysto – plastycznego opracowany przez prof. dr hab. inż. Stanisława Majewskiego i poszerzony o efekty lepkosprężyste i lepkoplastyczne przez dr hab. inż. Barbarę Klemczak. Autorka dokonała kalibracji tego poszerzonego modelu, wykorzystując przede wszystkim badania literaturowe a także badania własne. Właśnie badania własne stanowią część doświadczalną pracy i są uzupełnieniem badań literaturowych w obszarach mniej rozpoznanych.

W tekście pracy liczącym dziewięć rozdziałów, na 110 stronach, autorka powołuje się na 141 pozycji literaturowych i 13 norm.

W tytule pracy jest słowo „rozbudowa”. Tych elementów rozbudowy modelu nie widać, a przynajmniej nie zostały przez autorkę wyeksponowane. Jeżeli są, to sugeruję, aby podczas rozprawy zostały przedstawione.

Praca jest napisana poprawną polszczyzną, układ pracy jest logiczny a wywody są przekonujące. Redakcja tekstu jest staranna a grafikę własnych rysunków oceniam bardzo wysoko. Niestety większość rysunków z przywołań literaturowych jest skopiowana bezpośrednio, z nieaktualnymi oznaczeniami. Na takie postępowanie nie pozwala prawo autorskie.

2. Uwagi ogólne

Rozdział 1 to jednostronicowe wprowadzenie, w którym autorka uzasadnia celowość stosowania symulacji komputerowych jako narzędzia pomocnego w analizie konstrukcji oraz uzasadnia celowość podjętej tematyki wykazując, na podstawie rozpoznania literaturowego (kilkanaście pozycji), że większość materiałów konstrukcyjnych jest wrażliwa na szybkość obciążenia, a zagadnienia nie do końca są rozpoznane.

Tak samo krótki rozdział 2 to cel i zakres pracy. W odróżnieniu od większości rozpraw doktorskich autorka nie formułowała tez, które chciałaby udowodnić lub im zaprzeczyć, przedstawiła jedynie cel pracy. Otóż zdaniem autorki celem jest „stworzenie modelu materiałowego umożliwiającego realistyczną analizę konstrukcji budowlanych, obciążanych z różną szybkością bądź poddanych wysokim poziomom długotrwałych naprężeń, które z czasem mogą doprowadzić do zniszczenia materiału”.

Moim zdaniem cel ten nie został osiągnięty, co postaram się wykazać w dalszej części recenzji. Podany w tym rozdziale zakres pracy został przez doktorantkę w pełni zrealizowany.

Rozdział 3 to przegląd stanu wiedzy opracowany na podstawie około 100 pozycji literaturowych. Jest to najobszerniejszy rozdział pracy (około 40 stron), w którym doktorantka konsekwentnie omawia poszczególne zagadnienia, opatrując je logicznym i wyważonym komentarzem. Świadczy to o dojrzałości naukowej autorki. Zbiornicze zestawienie wyników badań literaturowych przedstawione na rysunkach 11, 12, 14, 15, 19 i 21 jest przykładem godnym naśladowania. Te własne zestawienia i wyprowadzone relacje autorka wykorzystywała do kalibracji modelu. Rozdział ten oceniam bardzo wysoko.

Rozdziały 4 i 5 to opis wykorzystanych w pracy modeli obliczeniowych, w czwartym modelu sprężysto – plastycznego prof. Stanisława Majewskiego, w piątym lepkosprężysto - lepkoplastycznego dr hab. Barbary Klemczak.

Badania własne zostały przedstawione w rozdziale 6. Dotyczyły one trzech problemów. Badania wykonane w laboratorium Politechniki Śląskiej dotyczyły wpływu różnej szybkości przyrostu obciążenia na zależność $\sigma - \epsilon$. Były to przyrosty raczej wolne, w obszarze prędkości statycznych. Wyniki tych badań potwierdziły rozpoznanie literaturowe.

Badanie pełzania betonu przy wysokich poziomach naprężeń ściskających wykonano w laboratorium Politechniki Łódzkiej. Sądzę, że te badania nie spełniły oczekiwań autorki, choć porównanie tych wyni-

ków z rezultatami uzyskiwanymi w laboratoriach zagranicznych (rys. 64) także wskazuje na zgodność badań własnych z badaniami obcymi.

Trzecie zagadnienie dotyczyło pełzania betonu przy wysokich naprężeniach rozciągających. To badanie wykonano w laboratorium Politechnik Śląskiej dla dwóch betonów o wytrzymałościach około 50MPa i 30MPa. Powodzeniem zakończyło się jedynie badanie próbek wykonanych z betonu o wyższej wytrzymałości. Przeprowadzona analiza tych badań, graficznie pokazana na rys. 68 i 69, jest w pełni poprawna. Ciekawym byłoby wykonanie takich badań na próbkach, w których proces skurczu byłby praktycznie zakończony. Przy wymiarach przekroju 70×70mm ($h_0 = 35\text{mm}$) to okres zaledwie około 180 dni – chyba warto spróbować!

Choć badania własne potwierdziły jedynie rozpoznane literaturowe (nie wniosły zatem nic nowego), to przeprowadzenie tych badań było pożyteczne, pozwoliło bowiem autorce na zapoznanie się z warsztatem badań laboratoryjnych, a w tym wypadku były to badania o wysokim stopniu trudności.

Rozdział 7 to kalibracja modelu numerycznego. Do kalibracji wykorzystano zależności wyznaczone na podstawie badań literaturowych. Jak napisała doktorantka (str. 95) „Na potrzeby programu wykalibrowano również wartości niektórych współczynników w funkcji wzmocnienia...”. Wartości liczbowe tych współczynników różnią się od wartości przyjętych w oryginalnym programie dr hab. inż. Barbary Klemczak o rząd wielkości, mimo że zarówno w jednym, jak i w drugim wypadku mamy ten sam materiał – beton. W pierwszym beton masywny, a tutaj próbkę betonową. W tej sytuacji twierdzenie, że ten model materiałowy umożliwi realistyczną analizę konstrukcji jest pozbawione realnych podstaw. Stąd moja wątpliwość co do spełnienia założonego celu pracy.

Rozdział 8 – weryfikacja modelu numerycznego była przeprowadzona dla jednoosiowego ściskania próbki betonowej. Nic dziwnego, że wypadła pozytywnie, bowiem kalibracja dotyczyła tego samego.

3. Uwagi szczegółowe

Podkreśliłem w pkt. 1 recenzji, że praca jest wyjątkowo starannie opracowana pod względem edytorskim. Nieliczne usterki wymieniam w kolejności występowania.

str. 17 rys. 8 z opisu wynika, że mamy do czynienia z dynamicznym przyłożeniem szybkości naprężenia, zaś wartości na wykresach wskazują, że jest odwrotnie $\left(2,8 \frac{1}{\text{s}} \text{ do } 1 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{s}}\right)$. Wpływa

to także na komentarz autorki i wnioskowanie

str. 34 rys. 18 są podane dwa wykresy, znacząco różne, dla próbki nieskrępowanej i przy naprężeniach bocznych równych 0MPa – na czym polega różnica?

str. 35 rys. 19 brak skali na osi pionowej

str. 37 5 wiersz od góry (pkt. 3.1) – powinno być 3.3.1

str. 40 początek przedostatniego akapitu „Yan [132] przeprowadził badania betonu poddanego dynamicznym szybkozmiennym odkształceniom rozciągającym z zakresu $10^{-3} - 10^{-1} \frac{1}{\text{s}}$...” –

według autorki (rys. 13) to nie są szybkości dynamiczne, tylko quasi-statyczne

str. 52 przywołano pozycje literaturowe [78] i [57] – chyba nie o te chodziło?

Co do wyboru literatury, to nie sądzę, aby autorka miała, do wszystkich pozycji, bezpośredni dostęp (np. [1]), należało to zaznaczyć.

3. Podsumowanie i wniosek końcowy

Mimo zastrzeżeń co do tytułu i spełnienia oczekiwań podanych w celu pracy nie mam wątpliwości, że praca zasługuje na pozytywną ocenę. Moim zdaniem na wyróżnienie zasługuje rozdział 3, w którym doktorantka przeprowadziła wieloaspektową analizę badań literaturowych. Ta analiza stanowiła podstawę kalibracji modelu obliczeniowego.

Reasumując uważam, że doktorantka wykazała się umiejętnością stawiania problemów naukowych i ich rozwiązywania. Udowodniła, że ma opanowany warsztat badawczy i wykazała się umiejętnościami analizy i syntezy wyników badań.

Stwierdzam, że praca spełnia warunki Ustawy z 14 marca 2003r. (o stopniach naukowych i tytule naukowym), w części dotyczącej warunków, które musi spełniać rozprawa doktorska, art. 13 ust. 1.

Stawiam wniosek o dopuszczenie pracy do publicznej obrony.