

Mejłun Ł., Analiza lepkosprężysta nawierzchni drogowych z zastosowaniem betonu asfaltowego konwencjonalnego i o wysokim module sztywności, Rozprawa doktorska

STRESZCZENIE

Rozprawa doktorska dotyczy zagadnienia lepkosprężystego zachowania się konstrukcji nawierzchni drogowych z zastosowaniem betonów asfaltowych konwencjonalnych AC i o wysokim module sztywności AC-WMS. Mieszanki AC-WMS zostały wprowadzone w Polsce jako odpowiedź na nadmierne koleinowanie się dróg pod koniec XX wieku. Wymagania dla betonów asfaltowych zmieniały się wielokrotnie na przestrzeni lat, ale kwestia stosowania mieszanek AC-WMS jako alternatywy dla konwencjonalnych betonów asfaltowych AC wciąż pozostaje otwarta. W pracy skupiono się przede wszystkim na właściwościach i zachowaniu się w nawierzchni betonów asfaltowych AC i AC-WMS do podbudowy w wysokich temperaturach. Niniejsza praca doktorska została zrealizowana w Katedrze Inżynierii Drogowej Politechniki Gdańskiej i składa się z trzech głównych części.

Pierwsza część pracy dotyczy zaprojektowania mieszanek mineralno-asfaltowych oraz określenia ich właściwości. Przedstawiono w niej wyniki przeprowadzonych badań laboratoryjnych: odporności na koleinowanie oraz badania modułu dynamicznego i kąta przesunięcia fazowego pod obciążeniem powtarzalnym dla badanych materiałów. W pracy wykorzystano następujące mieszanki mineralno-asfaltowe: pięć konwencjonalnych betonów asfaltowych AC 22P do podbudowy, trzy betony asfaltowe o wysokim module sztywności AC-WMS 16 oraz dodatkowo konwencjonalny beton asfaltowy AC 16W 35/50 do warstwy wiążącej i mieszankę SMA 8 45/80-55 do warstwy ścieralnej. Konwencjonalne betony asfaltowe AC 22P zróżnicowano pod względem uziarnienia (według przepisów polskich i niemieckich) i rodzaju zastosowanego asfaltu (35/50 i 50/70). Do betonów asfaltowych AC-WMS 16 wykorzystano trzy różne asfalty: drogowy zwykły 20/30, wielorodzajowy 20/30 MG i modyfikowany 25/55-60.

Druga część pracy dotyczy analiz właściwości lepkosprężystych betonów asfaltowych konwencjonalnych AC i betonów asfaltowych o wysokim module sztywności AC-WMS przeprowadzonych na podstawie wyników badania modułu dynamicznego i kąta przesunięcia fazowego. Analizie poddano takie parametry jak: moduł dynamiczny $|E^*|$, kąt przesunięcia fazowego φ , parametr odporności na deformacje trwałe $|E^*|/\sin(\varphi)$, część rzeczywistą i urojoną modułu zespolonego E^* . Dodatkowo, sprawdzono związek parametru odporności na deformacje trwałe $|E^*|/\sin(\varphi)$ z wynikami badania odporności na koleinowanie oraz wyznaczono parametry reologiczne lepkosprężystych modeli Burgersa i Hueta-Sayegha mieszanek mineralno-asfaltowych.

Trzecia część pracy dotyczy analizy lepkosprężystego zachowania się nawierzchni asfaltowej z warstwami wykonanymi z betonów asfaltowych konwencjonalnych i o wysokim module sztywności. W analizach przyjęto rzeczywiste rozkłady temperatur w warstwach asfaltowych oraz poruszające się obciążenie. Analizie poddano pionowe przemieszczenia na powierzchni jezdni, łączne pionowe odkształcenie warstw asfaltowych, poziome odkształcenia na spodzie warstw asfaltowych oraz głębokość

powstałej koleiny. Rozważono wpływ na zachowanie się konstrukcji nawierzchni taki czynniki jak: temperatura warstw asfaltowych, prędkość poruszania się obciążenia, rodzaj zastosowanego modelu reologicznego warstw asfaltowych (model sprężystości Hooke'a oraz modele lepkosprężystości Burgersa i Hueta-Sayegha), zastosowania betonów asfaltowych AC i AC-WMS w różnych konfiguracjach do warstwy wiążącej i podbudowy oraz grubości podbudowy wykonanej z AC-WMS w porównaniu z rozwiązaniem konwencjonalnym.

Przeprowadzone w pracy analizy pokazały, że betony asfaltowe o wysokim module sztywności AC-WMS są materiałami o bardzo dobrych właściwościach lepkosprężystych i dużej odporności na deformacje trwałe. Mogą one przewyższać konwencjonalne betony asfaltowe AC zwłaszcza w przypadkach obciążeń długotrwałych lub być porównywalne z odpowiednio zaprojektowanymi konwencjonalnymi podbudowami w przypadku krótkich czasów obciążenia.

SUMMARY

Doctoral Thesis concerns the issue of viscoelastic behaviour of asphalt pavement structures with the use of conventional and high-modulus asphalt concretes (Polish abbreviations AC and AC-WMS). High-modulus asphalt concretes were introduced in Poland to prevent excessive rutting of asphalt pavement structures at the end of 20th century. The requirements for both AC and AC-WMS materials have changed many times till now but the issue of using AC-WMS asphalt concrete instead of conventional AC is still up-to-date. This thesis focuses primarily on AC and AC-WMS asphalt concretes for asphalt base course and their properties and behaviour in the pavement structure at high temperatures. The doctoral thesis was made at the Department of Highway Engineering of Gdansk University of Technology and consists of three main parts.

The first part of this doctoral thesis presents design of various asphalt mixtures, their material properties and the results of rutting resistance test and dynamic modulus and phase angle test. Following types of mixtures were used: five conventional asphalt concretes AC 22P for base course, three high-modulus asphalt concretes AC-WMS 16 and, additionally, one conventional asphalt concrete AC 16W 35/50 for binder course and one SMA 8 45/80-55 for wearing course. In the case of conventional asphalt concretes for base course three different grading curves (two Polish and one German) and two types of bitumens (35/50 and 50/70) were used. In the case of high-modulus asphalt concretes three different types of bitumen were used: 20/30 hard grade bitumen, 20/30 multigrade bitumen and 25/55-60 polymer modified bitumen.

The second part of this doctoral thesis presents the analysis of viscoelastic properties of conventional and high-modulus asphalt concretes based on the results of dynamic modulus and phase angle test. Following parameters were considered: dynamic modulus $|E^*|$, phase angle φ , rutting resistance parameter $|E^*|/\sin(\varphi)$, real and imaginary part of complex modulus E^* . Rutting resistance parameter $|E^*|/\sin(\varphi)$ was also compared with the results of rutting resistance laboratory test. Additionally, rheological parameters of Burgers' and Huet-Sayegh's viscoelastic material models were determined.

The third part of this doctoral thesis presents the analysis of viscoelastic behaviour of asphalt pavement structure with the use of conventional and high-modulus asphalt concretes. The real distributions of asphalt layers temperature and moving load were assumed. Vertical displacements on the surface of pavement structure, vertical strains of all asphalt layers, horizontal strains at the bottom of asphalt layers and rut depth were considered. The analysis concern the influence of following factors on behaviour of pavement structure: temperature of asphalt layers, speed of moving load, type of rheological model of asphalt materials (Hooke's elastic model and Burgers and Huet-Sayegh's viscoelastic models), the use of conventional and high-modulus asphalt concretes for asphalt layers in different materials configurations and different thickness of

high-modulus asphalt base course in relation to the typical thickness of conventional base course.

The analyses have shown that high-modulus asphalt concretes have very good viscoelastic properties and high resistance to rutting. These materials may be better than conventional asphalt concretes especially at low loading frequencies or comparable to well-designed conventional asphalt concretes at high loading frequencies.