INNOWACJE W PRAKTYCE
VIII Ogólnopolska Konferencja Naukowa
14.10.2021 r., LUBLIN, POLSKA

Adhezja Asfaltu Do Kruszywa W Mieszankach Mineralno-Asfaltowych O Obniżonej Temperaturze Produkcji

Wojciech Andrzejuk[1], Agnieszka Woszuk[2], Danuta Barnat-Hunek[2]
[1] *Wydział Nauk Technicznych, Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, Biała Podlaska, Polska*
[2] *Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska, Lublin, Polska*

Wprowadzenie

W budownictwie drogowym występuje zjawisko adhezji asfaltu do kruszywa, co rozumiane jest jako zdolność zwilżania i przylegania lepiszcza asfaltowego do ziaren kruszywa. Miarą przyczepności jest siła powodująca oderwanie błonki lepiszcza od powierzchni kruszywa, przypadająca na jednostkę powierzchni kontaktu tych dwóch materiałów. Zbyt słaba adhezja asfaltu, czyli słabe jego przyleganie do ziaren kruszywa, jest jedną z głównych przyczyn uszkodzeń nawierzchni drogowych. Adhezja pomiędzy asfaltem i kruszywem uważana jest za jedną z podstawowych właściwości, która może być skorelowana z jakością, wykonawstwem i trwałością mieszanek mineralno-asfaltowych w nawierzchniach drogowych.
Czynniki mające wpływ na adhezję asfaltu do kruszywa można podzielić na dwie grupy: czynniki związane z przyczepnością mechaniczną oraz czynniki fizykochemiczne. Do mechanicznych czynników kwalifikuje się stopień zawilgocenia kruszywa, zapylenie kruszywa, mikroteksturę ziaren kruszywa, uziarnienie mieszanki mineralnej. Do czynników fizykochemicznych zalicza się stopień kwasowości kruszywa oraz właściwości fizyko-chemiczne asfaltu (w tym temperatura).
W ramach przeprowadzonych badań oceny zjawiska adhezji pomiędzy asfaltem i kruszywem przeprowadzono: oznaczenie kąta zwilżania kruszywa asfaltem oraz oznaczenie przyczepności asfaltu do kruszywa za pomocą metody „pull-off". Oba badania przeprowadzono w zależności od temperatury.

Materiały i Metody

W ujętych zakresem opracowania badaniach wykorzystano tradycyjnie stosowane w nawierzchniach asfaltowych kruszywo dolomitowe oraz asfalt drogowy 50/70.

Kąt zwilżania kruszywa asfaltem mierzono na stanowisku badawczym składającym się z goniometru optycznego (OCA 25 DataPhysics Instruments) i kamery używanej do uchwycenia obrazów pojedynczych kropli naniesionych na powierzchnię każdej próbki. Do badań wykorzystano próbki kruszyw w postaci płytek o wymiarach 3,0 x 4,0 cm, przygotowanych za pomocą maszyny do cięcia kamienia.
Eksperyment oznaczenia kąta zwilżania kruszyw asfaltem przeprowadzono w trzech różnych temperaturach (t_1 = 120°C, t_2 = 140°C, t_3 = 160°C), co miało bezpośredni wpływ na stan lepkości asfaltu. W celu utrzymania żądanej temperatury przez czas trwania doświadczenia zostało ono przeprowadzone z wykorzystaniem komory środowiskowej, utrzymującej określoną temperaturę na stałym poziomie.

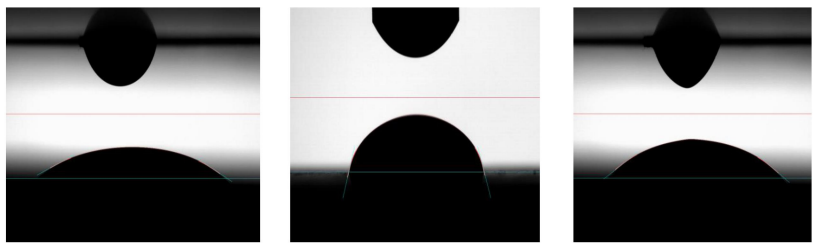
Test „pull-off" został zastosowany do pomiaru przyczepności asfaltowego spoiwa do kruszywa. W tym doświadczeniu do przygotowania i badania próbek wykorzystano instrument DYNATEST.
W pierwszej kolejności na wysuszone i rozgrzane kruszywo zaaplikowano błonkę wygrzanego do odpowiedniej temperatury lepiszcza, a następnie przyklejono do niego stalowy pierścień używany w teście odrywania. Tak przygotowane próbki pozostawiono na 24 godziny w temperaturze pokojowej. Po tym okresie przystąpiono do wykonania testu odrywania. Próbka była poddawana siłom rozciągającym tylko do momentu uszkodzenia. Maksymalne naprężenie, które próbka może wytrzymać do zniszczenia, zostało zarejestrowane jako wartość siły przyczepności w teście odrywania.
Badanie „pull-off" przeprowadzono, stosując lepiszcza asfaltowe w trzech różnych temperaturach (t_1 = 120°C, t_2 = 140°C, t_3 = 160°C).

Wyniki

Na Rys. 1 zaprezentowano przykładowe zdjęcia, a w Tabeli 1 wyniki uzyskane podczas badania kąta zwilżania kruszywa dolomitowego asfaltem drogowym 50/70.

Tabela 1. Kąty zwilżania kruszywa asfaltem.

Kruszywo	Asfalt	Temperatura [°C]	Kąt zwilżania kruszywa asfaltem [°]		
			Średnia [°]	SD [°]	CV[%]
Dolomit	50/70	120	70,2	1,5	2,14
	50/70	140	46,8	1,1	2,33
	50/70	160	34,8	2,4	6,96



Rysunek 1. Wybrane zdjęcia zwilżania kruszywa asfaltem.

Rezultaty testu odrywania metodą „pull-off" przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki testu odrywania.

Kruszywo	Asfalt	Temperatura [°C]	Średnie naprężenie zrywające [MPa]	SD [MPa]	CV [%]
Dolomit	50/70	120	1,54	0,25	16,04
	50/70	140	2,60	0,26	9,91
	50/70	160	2,74	0,36	12,99

Na Rysunku 2 zaprezentowano zdjęcie z przeprowadzonego testu odrywania metodą „pull-off".



Rysunek 2. Test odrywania metodą „pull-off".

Analizując rezultaty pomiarów kątów zwilżania kruszywa asfaltem, można zaobserwować, że są one różnicowane wielkością temperatury. Najmniejszy średni kąt zwilżania zanotowano dla temperatury 160°C, a największy dla 120°C i wynosiły one odpowiednio 34,8° i 70,2°. Średni kąt zwilżania kruszywa asfaltem w temperaturze 140°C przyjął wartość pośrednią.
Jeżeli chodzi o wyniki testu odrywania metodą „pull-off" to również tutaj da się zaobserwować wyraźne zróżnicowanie ze względu na temperaturę. Najmniejsze średnie naprężenie zrywające wystąpiło przy temperaturze 120°C, a największe przy 160°C i wynosiły one odpowiednio 1,54 MPa oraz 2,74 MPa. Analogicznie jak w oznaczeniu kąta zwilżania kruszywa asfaltem wartość średniego naprężenia zrywającego dla temperatury 140°C przyjęła wartość pośrednią.

Dyskusja i Wnioski

Wraz ze wzrostem temperatury badania średnie kąty zwilżania kruszywa asfaltem osiągały coraz mniejsze wartości. Podobnie da się zauważyć przyrost średniego naprężenia w teście odrywania wraz ze wzrostem temperatury aplikacji asfaltu na kruszywo. Wyraźna różnica jest widoczna zwłaszcza pomiędzy temperaturami 120°C i 140°C. Zaobserwowane zjawiska należy powiązać z istotnym parametrem, który w dużym stopniu wpływa na przyczepność asfaltu do kruszywa, mianowicie z lepkością asfaltu. Lepkość, będąca wielkością definiującą stan kohezji cząsteczek węglowodorowych w masie bitumicznej, w dużej mierze zależy od temperatury i obecności poszczególnych grup funkcyjnych. W coraz wyższych temperaturach lepkość lepiszcza maleje, co umożliwia łatwiejsze zwilżanie powierzchni ziaren kruszywa.
Ponadto analizując uzyskane wyniki warto zauważyć, że w niskich temperaturach otaczania kruszywa asfaltem może być uzasadnione stosowanie dodatków poprawiających adhezję asfaltu i kruszywa. Zastosowanie tych substancji modyfikuje chemiczno-fizyczną formę kontaktu kruszywa i lepiszcza. Powoduje zmniejszenie napięcia powierzchniowego asfaltu, co skutkuje korzystniejszą zwilżalnością kruszywa asfaltem

Finansowanie: Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju; numer grantu LIDER/5/0013/L-9/17/NCBR/2018.