PRACE NAUKOWE POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ
Nr 16 Instytut Inżynierii Lądowej 1982

Kazimierz Tomkowiak, Aleksandra Mańczak-Olejnik
Politechnika Poznańska

WSPÓŁCZYNNIKI TARCIA W ZALEŻNOŚCI OD TWARDOŚCI DODATKÓW DO WYKŁADZIN BETONOWYCH

1. Wstęp

Dynamiczny rozwój przemysłu zmusił przynależne dziedziny techniki do stosowania materiałów o znacznie podwyższonych własnościach fizyko-mechanicznych. Takie zagadnienie wyłoniło się przy rozbudowie ciągów komunikacyjnych, które powinny charakteryzować się odpornością na działanie wpływów fizycznych i mechanicznych oraz stwarzać duże bezpieczeństwo ruchu. Bezpieczeństwo ruchu w ciągach komunikacyjnych w dużym stopniu zależy od jakości zewnętrznej powierzchni, która winna spełniać warunek trwałości, małej ścieralności oraz przeciwdziałać poślizgowi użytkowników. Zapewnienie powyższych wymogów zależeć będzie przede wszystkim od zastosowanych składników wyjściowych.

Największe zastosowanie do budowy nawierzchni ciągów komunikacyjnych mają betony asfaltowe. Kryzys energetyczny oraz wzrastające ceny ropy naftowej powodują wzrost kosztów samej budowy, jak również utrzymania nawierzchni bitumicznej, a to z kolei może wpłynąć na zastąpienie nawierzchni asfaltowej nawierzchnią z betonów cementowych [1]. Koszt budowy nawierzchni z betonów cementowych przed podwyżką cen ropy był około 10 % wyższy od kosztu budowy równorzędnej nawierzchni asfaltowej. Należy podkreślić zdecydowanie mniejszy nakład na utrzymanie nawierzchni z betonu cementowego, którą można eksploatować - pomijając drobne naprawy - przez 30 lat, natomiast nawierzchnie bitumiczne już po 6 latach wymagają odnowy, po 8 latach remontu, a co 10-15 lat kapitalnego remontu [2].

Obecnie szorstkość górnej części nawierzchni najczęściej jest nadawana przez ściągnięcie poprzeczne lub podłużne warstwy betonu tuż za wykończarką przez użycie szczotki lub worka jutowego. Stosowane są również urządzenia mechaniczne, ale najczęściej czynność ta wykonywana jest ręcznie a uzyskana szorstkość jest wyłącznie początkowa i z czasem maleje.

Dlatego w niektórych krajach (Japonia, Czechosłowacja) zwraca się dużą uwagę na specjalny dobór składników betonu, zapewniających szorstkość nawierzchni przez jej strukturę. Zagadnienie to jest szczególnie ważne od momentu utraty przez nawierzchnię jej szorstkości początkowej, co automatycznie wpływa na pogorszenie się bezpieczeństwa ruchu.

2. Badania

W referacie przedstawiono tylko część badań prowadzonych w Zakładzie Materiałoznawstwa i Technologii Politechniki Poznańskiej nad całokształtem zagadnień dotyczących wykładzin trudnościeralnych. Przedstawione zagadnienie obejmuje tylko określenie współczynnika tarcia dla powierzchni betonowych wykonanych z kruszyw o różnych twardościach.

2.1. Przyrząd do określenia współczynnika tarcia

Współczynnik tarcia, zwany też współczynnikiem szorstkości lub sczepności określano stosunkiem siły poziomej tarcia (T) i pionowym naciskiem prostopadłym (N) do powierzchni tarcia [3]

$$f = \frac{T}{N}$$

Pionowy nacisk był stały i wynosił 20,44 N. Został wywołany przez krążek metalowy, w którym w dolnej powierzchni wydrążono wgłębienie służące do umieszczania materiałów trących (guma, tworzywo sztuczne, skóra). Wartość poziomej siły tarcia określona była przez sypanie ze stałą prędkością materiału sypkiego do pojemnika połączonego linką z krążkiem. Masa sypkiego materiału z pojemnikiem z poszczególnych pomiarów stanowiła wartość poziomej siły T.

2.2. Przygotowanie prób

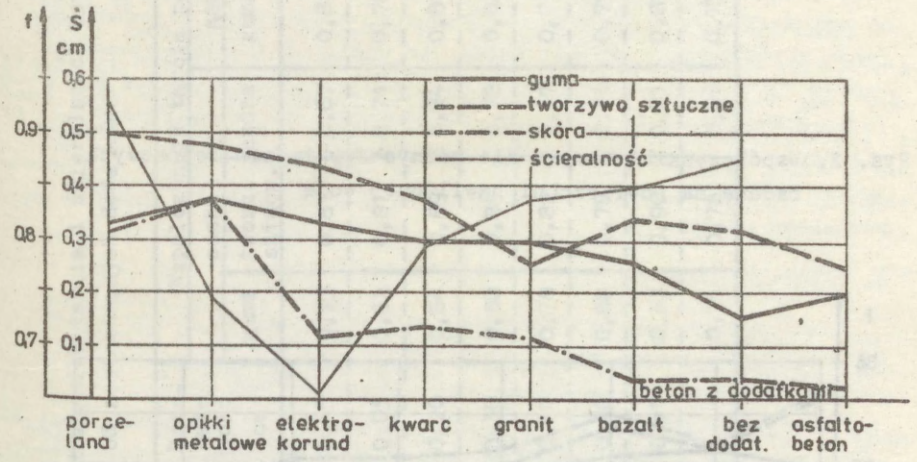
Całość badań przeprowadzono na betonie B 25 wykonanym na kruszywie pochodzącym z Obornik Wlkp. i cemencie portlandzkim 35. W celu zbadania zachowania się betonu w różnych warunkach frakcje od 0,5 do 5 mm wymieniano objętościowo na odpowiednio przygotowane kruszywo kwarcowe, elektrokorundowe, z opiłek metalowych, porcelanowe, granitowe i bazaltowe. Z tak przygotowanych mieszanek betonowych wykonano płytki o wymiarach 25 x 10 x 3 cm i próbki sześcienne 7,1 x 7,1 x 7,1 cm. Powierzchnie płytek, na których określano współczynnik tarcia, po 24 godzinach przemywano 10 % roztworem kwasu solnego celem usunięcia nadmiaru zaczynu cementowego, a następnie spłukiwano oficie wodą. Próbki przechowywano przez okres 28 dni w warunkach laboratoryjnych.

Po tym okresie suszono do stałej masy i odpylano powierzchnie tarcia. Kostki sześcienne poddano badaniu ścieralności na tarczy Boehmego.

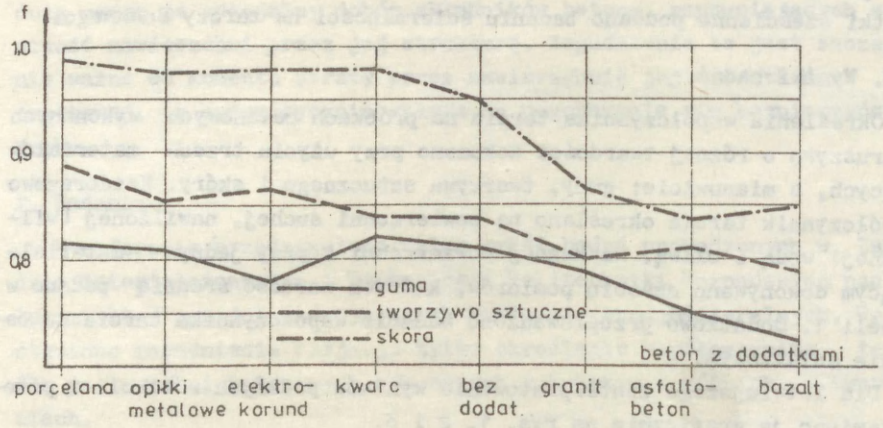
2.3. Wyniki badań

Określenia współczynnika tarcia na próbkach betonowych wykonanych z kruszywa o różnej twardości dokonano przy użyciu trzech materiałów trących, a mianowicie: gumy, tworzywa sztucznego i skóry. Każdorazowo współczynnik tarcia określano na powierzchni suchej, nawilżonej (wilgotnej) wodą i oliwą. Na każdej powierzchni i przy jednym materiale trącym dokonywano sześciu pomiarów, których wartość średnią podano w tabeli 1. Dodatkowo przeprowadzono badania współczynnika tarcia na betonie asfaltowym.

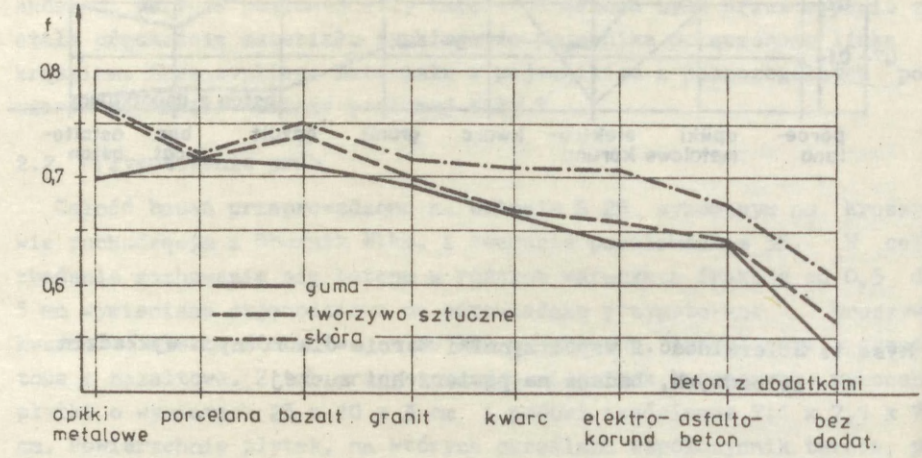
Dla łatwiejszego zinterpretowania wyników podanych w tabeli 1 przedstawiono je graficznie na rys. 1, 2 i 3.



Rys. 1. Ścieralność i współczynniki tarcia dla różnych wykładzin betonowych, badane na powierzchni suchej



Rys. 2. Współczynniki tarcia dla różnych wykładzin betonowych, badane na powierzchni nawilżonej wodą



Rys. 3. Współczynniki tarcia dla różnych wykładzin betonowych badane na powierzchni nawilżonej olivą

Tabela 1

Wyniki badań współczynnika tarcia i ścieralności betonu w zależności od zastosowanych dodatków

Lp.	Rodzaj dodatków do betonu	Ścieralność cm	Współczynnik tarcia posuwistego na powierzchni								
			suchej			nawilżonej wodą			nawilżonej oliwą		
			guma	tworz. sztucz.	skóra	guma	tworz. sztucz.	skóra	guma	tworz. sztucz.	skóra
1.	bez domieszek	0,45	0,73	0,81	0,67	0,81	0,84	0,95	0,54	0,57	0,61
2.	elektrokorund	0,05	0,82	0,87	0,71	0,78	0,87	0,98	0,64	0,66	0,71
3.	opiłki metalowe	0,20	0,84	0,89	0,84	0,81	0,86	0,98	0,70	0,77	0,77
4.	kwarc	0,30	0,80	0,84	0,72	0,82	0,84	0,98	0,67	0,67	0,71
5.	bazalt	0,40	0,78	0,82	0,67	0,73	0,79	0,85	0,71	0,74	0,75
6.	granit	0,38	0,80	0,78	0,71	0,79	0,80	0,86	0,70	0,70	0,72
7.	porcelana	0,57	0,82	0,90	0,81	0,82	0,89	0,99	0,72	0,72	0,72
8.	asfaltobeton	-	0,75	0,78	0,66	0,75	0,81	0,84	0,64	0,64	0,68

Ogólnie można stwierdzić, że na powierzchni suchej najkorzystniejszy współczynnik tarcia przy nawierzchniach betonowych z dodatkami w kolejności podanej na rys. 1 wykazuje tworzywo sztuczne, potem guma i następnie skóra.

Na powierzchni wilgotnej najlepsze własności wykazuje skóra, tworzywo sztuczne i guma. Jak wynika z rysunku, cztery pierwsze dodatki są tak samo usytuowane, a przeszeregowaniu podlegają dalsze dodatki. Można to wytłumaczyć tym, że w tych stanach powierzchni duży wpływ ma sama struktura materiału trącego, a dopiero w drugiej kolejności dodatki do betonów.

Powierzchnia naoliwiona charakteryzuje się małym zróżnicowaniem współczynnika tarcia ~ 10 % między poszczególnymi materiałami trącymi, natomiast widoczny jest wpływ dodatków do betonów.

Powyższe dane dotyczą szorstkości albo współczynnika tarcia początkowego. Porównując go z badanym na wykładzinie użytkowanej 18 lat na schodach Dworca Głównego w Poznaniu, a wykonanej z dodatkiem korundu, współczynnik ten nie tylko nie zmalał - jak to najczęściej się dzieje przy dodatku granitu i bazaltu - lecz powiększył się o około 15 %. Spowodowane to jest tym, że powierzchnia przez częściowe starcie drobnych części pozwoliła na wybicie się części korundu na zewnątrz, powodując ostrość i stawianie wyczuwalnego oporu nawet przy normalnym chodzeniu.

3. Wnioski końcowe

Współczynnik tarcia w znacznej mierze zależy od struktury materiału trącego, a nie od powierzchni ścieralnej.

Przy powierzchni suchej najkorzystniejsza jest struktura zwarta, jak tworzywo sztuczne (PCW) i guma, natomiast niekorzystna jest struktura porowata, jak skóra. Dla powierzchni wilgotnej korzystniejsza jest struktura porowata.

Powierzchnie zaoliwione wykazują większą zależność współczynnika tarcia od dodatków trudnościeralnych niż od struktury ciała trącego.

Literatura

1. Nawierzchnie dróg szybkiego ruchu. Konferencja Naukowo-Techniczna ZG SITK, ZPRDiM, PPRD. Poznań 1979
2. Nowości w światowej technice drogowej. IBDiM Warszawa 1976
3. Nowości w technice drogowej. ZGSITK, CCB i RTD. Z.22. Warszawa 1964
4. Piekara A.: Mechanika ogólna. Wyd. 5. PWN. Warszawa 1975