



ADRIAN CIÓLCZYK

Politechnika Śląska
adrian@ciolczyk.hekko.pl



PAWEŁ
SZCZEPANKIEWICZ

Nascon Sp. z o.o.
pawel.szczepankiewicz@nascon.pl

Warstwa nośna nawierzchni zwiększająca odporność na absorpcję kapilarną wody

Tematem zasadniczym niniejszej publikacji jest możliwość wykorzystania lokalnego materiału, dostępnego z reguły w miejscu budowy, w celu redukcji kosztów transportu oraz ograniczenia eksploatacji zasobów naturalnych. Tego rodzaju tendencję można zauważyć w różnych dziedzinach budownictwa. Jeszcze do niedawna możliwość pojawienia się w drogownictwie nowego materiału wydawała się raczej mało prawdopodobna, a zagadnienia stabilizacji materiału gruntowego (traktowanej przez branżę jako „stabilizacja spoiwem”) są znane z punktu widzenia ich możliwości oraz przeznaczenia.

Observacje poczynione w okresie ostatnich lat wskazują jednak, że jest inaczej, a to oznacza, że niezbędne będzie szerokie oraz wielowymiarowe spojrzenia na zmianę wprowadzającą istotną innowację w branży drogowej.

Zmiana podejścia do nowych technologii stosowanych przy budowie dróg może okazać się konieczna, głównie ze względu na ograniczenia w wysokości środków przeznaczanych na ich budowę oraz modernizację. Nowe technologie mogą przynieść maksymalne efekty przy jednoczesnej minimalizacji kosztów.

Projektowanie konstrukcji nawierzchni z zastosowaniem nowych rozwiązań

Przy projektowaniu konstrukcji nawierzchni drogowych podejmowane są próby uwzględniania nowych rozwiązań, które dają możliwość optymalizacji kosztów przy jednoczesnym zachowaniu wymaganej trwałości oraz jakości. Jednym z najbardziej obiecujących i mających duży potencjał oszczędnościowy rozwiązań w procesie budowy nawierzchni, pozwalającym osiągnąć podany cel, jest wykorzystanie istniejącego materiału gruntowego jako warstwy nośnej.

Stabilizacja gruntu spoiwami jest powszechnie znana, jednak z uwagi na pewne właściwości w określonych

przypadkach obecnie nie akceptuje się ryzyka technologicznego, co odbiera możliwości wbudowania stabilizowanego spoiwem materiału w warstwy mogące przejść obciążenia bezpośrednio z warstw asfaltowych dla wyższych kategorii ruchu [1]. Rozwiązanie problemów może zostać zrealizowane jednak poprzez zastosowanie nowych metod stabilizacji (fot. 1).

Podbudowa stabilizowana dodatkami zwiększającymi odporność gruntu na absorpcję kapilarną wody wg zapisów nowo wydanej Ogólnej Specyfikacji Technicznej OST D - 04.12.01 [2], może być stosowana bezpośrednio pod warstwy z mieszanek mineralno-asfaltowych w przypadku wszystkich kategorii ruchu – tzn. od kategorii ruchu KR1 do KR7. Oznacza to, że warstwa stabilizowana w/w dodatkami pełni funkcję zarówno podbudowy zasadniczej, dolnej warstwy podbudowy zasadniczej, jak również wzmocnienia podłoża gruntowego. Jest to możliwe dzięki parametrom, jakie osiąga wbudowana warstwa.

W odróżnieniu do tradycyjnej stabilizacji, materiał z którego wykonywana jest warstwa musi spełniać wymagania w zakresie minimalnej zawartości frakcji pylasto-ilastych. Umożliwia uzyskanie przez warstwę odpowiedniej nośności, zdolności zapobiegania podciąganiu kapilarnym wody, konsolidowania się w czasie, a także pewnych cech związanych z regeneracją. Grunty wątliwe i wysadzinowe w większości



Fot. 1. Próbkę po 24 h badaniu odporności na absorpcję kapilarną wody – po lewej stabilizacja dodatkami zwiększającymi odporność na absorpcję, z prawej próbka stabilizowana cementem (fot. Nascon)

spełniają to wymagania. Dodatki poprzez swoje oddziaływanie mają na celu utrzymanie materiału w stanie suchym, jakim jest grunt spoisty względnie mieszanka gruntowo-kruszywa.

Dodatek spoiwa hydraulicznego przy stabilizacji tego typu nie może przekraczać 3% (m/m). Pozwala to na osiągnięcie wymaganego parametru odbiorowego w zakresie nośności (wtórnego modułu odkształcenia), przy jednoczesnym zachowaniu podatnego charakteru warstwy – w tym także wyeliminowania spękań w czasie eksploatacji.

Istotnym zjawiskiem przy podbudowach stabilizowanych dodatkami jest tzw. konsolidacja, czyli wzrost parametrów jakościowych warstwy w czasie. Spowodowane jest to charakterystyką materiału. Grunt spoisty, nawet bezpośrednio po zagęszczeniu, jak stwierdzono często nie osiąga maksymalnej wartości wskaźnika zagęszczenia. W przypadku kruszyw, względnie warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych może występować podobne zjawisko, natomiast wzrost nośności jest stosunkowo nieduży i następuje w krótkim czasie. W przypadku warstwy, w której materiał posiada większą niż w przypadkach tradycyjnych rozwiązań zawartość suchej frakcji drobnej (stabilizowanej dodatkami), proces konsolidacji (dogęszczania) trwa znacznie dłużej i może przebiegać nawet kilku lat. Jest on ponadto wspomagany obciążeniem i drganiami wywołanymi przez ruch pojazdów. Oznacza to, że warstwa taka przez pierwszy okres użytkowania nawierzchni drogowej zwiększa swoją nośność. Proces ten zanika po pewnym czasie, a moduł sprężystości osiąga optymalną wartość, ponieważ niewielka zawartość spoiwa nie prowadzi do przesztywnienia warstwy.

Parametrem odbiorowym gotowej podbudowy stabilizowanej dodatkami nie jest wytrzymałość na ściskanie, jak jest to w przypadku tradycyjnej stabilizacji spoiwami hydraulicznymi. Jest nim natomiast poziom współczynników S i R, określających skuteczność odcięcia podciągania kapilarnego wody oraz wartość wtórnego modułu odkształcenia.

Zmniejszenie podciągania kapilarnego, a tym samym niedopuszczenie wody do warstwy podbudowy oznacza, że ma ona odmienną charakterystykę przewodzenia ciepła w stosunku do rozwiązań tradycyjnych. Współczynnik przewodzenia ciepła na poziomie $\lambda = 0,5 \text{ W/mK}$ (dla porównania kruszywo posiada $\lambda = 1,0 \text{ W/mK}$) pozwala na zmniejszenie wymaganych grubości konstrukcji ze względu na warunek mrozoodporności.

Obliczenia trwałości zmęczeniowej konstrukcji

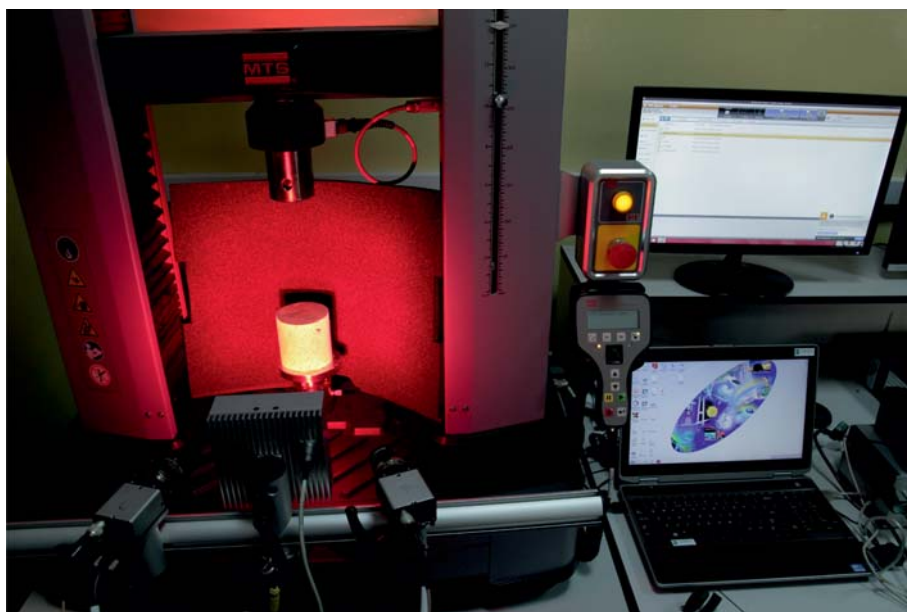
W celu dokonania porównania jakościowego rozwiązań przyjętych na etapie projektowania, niezbędne jest zastosowanie metod mechanistycznych lub mechanistyczno-empirycznych, aby obliczyć stan naprężeń, odkształceń i przemieszczeń oraz trwałość

zmęczeniową konstrukcji. Projektowanie tego typu jest ułatwione w przypadku materiałów powszechnie stosowanych, ponieważ ich parametry są szeroko opisane w literaturze technicznej.

Parametrami warstw stosowanymi w procedurach obliczania stanu naprężeń, odkształceń i przemieszczeń konstrukcji nawierzchni są przede wszystkim moduł sprężystości oraz współczynnik Poissona. Spopularyzowane procedury są jednak niewystarczające. Jednym z narzędzi stosowanych w procedurach badawczych jest metoda Cyfrowej Korelacji Obrazu (Digital Image Correlation). Jest to jedna z najnowocześniejszych metod optycznego pomiaru deformacji i odkształceń zachodzących pod wpływem przyłożonego obciążenia zarówno wielkogabarytowych obiektów inżynierskich (np. mosty, budynki), jak również mniejszych np. próbek laboratoryjnych obciążanych z użyciem maszyn wytrzymałościowych (fot. 2–3).



Fot. 2. Próbkę po naniesieniu wzoru stochastycznego niezbędne do wykonania badania Cyfrową Korelacją Obrazu (fot. Nascon)



Fot. 3. Maszyna wytrzymałościowa wraz z układem Cyfrowej Korelacji Obrazu (fot. Nascon)

Programy do obliczania trwałości zmęczeniowej

W dziedzinie projektowania mechaniczno-empirycznego nawierzchni drogowych istnieje zapotrzebowanie na metody obliczeniowe dające możliwość prognozowania trwałości zmęczeniowej. Obecnie dostępne są zarówno specjalistyczne programy działające na bazie metody elementów skończonych, jak i starsze programy bazujące na przybliżonych modelach teoretycznych konstrukcji nawierzchni. Pierwsza grupa oprogramowania, pomimo dużych możliwości, wymaga znacznego nakładu pracy związanego z obsługą programu, a także na konstruowanie modeli obliczeniowych. Na polskim rynku pojawiają się ostatnio programy, dające możliwość zarówno obliczania stanu naprężeń, odkształceń oraz przemieszczeń konstrukcji, jak i określania trwałości zmęczeniowej, przy równoczesnym spełnieniu warunków przystępnej ceny, a przede wszystkim kompaktowości interfejsów.

Podsumowanie

Coraz większego znaczenia nabierają zagadnienia optymalizacji kosztów w ramach programu budowy dróg i autostrad. Powoduje to, że poszczególni uczestnicy procesu inwestycyjnego poszukują rozwiązań mogących sprostać temu wymogowi. W głównej mierze sytuacja ta wymuszona jest zmniejszającą się ilością środków przeznaczonych na budownictwo drogowe w Polsce, co znalazło swój wyraz w rządowym programie budowy dróg na lata 2014–2023.

W związku z tym faktem nowe technologie wprowadzane w drogownictwie muszą spełniać szereg wymagań, jeżeli mają być powszechnie wykorzystywane. Powinny przynosić

maksymalne efekty przy relatywnie niskim koszcie, a także odznaczać się możliwością stosunkowo łatwego zaprojektowania, zastosowania oraz kontrolowania.

Rozwiązanie podbudów gruntowych stabilizowanych specjalnymi dodatkami zwiększającymi odporność na absorpcję kapilarną wody stanowi jedno z rozwiązań spełniających podane wymagania. Pojawiające się na rynku metody indywidualnego projektowania nawierzchni pozwalają na ocenę jakościową poszczególnych rozwiązań już na etapie wyboru konstrukcji, co stanowi istotną oraz krytyczną wartość dla projektantów, inwestora i wykonawców.

„Każda praktyka opiera się na teorii, nawet jeżeli sami praktykujący nie są tego świadomi. Przedsiębiorczość opiera się na teorii ekonomii i społeczeństwa. Teoria ta traktuje wszelkie zmiany jako rzecz normalną, a nawet zdrową. Za główne zadanie w społeczeństwie – zwłaszcza zaś w gospodarce – uważa robienie czegoś inaczej, a nie robienie lepiej tego, co już jest wykonywane.”

P. F. Drucker. Natchnienie i fart, czyli Innowacja i Przedsiębiorczość

Bibliografia

- [1] *Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Pólsztynowych*, Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.
- [2] *OST-04.12.01 Podbudowy gruntowe stabilizowane dodatkami zwiększającymi odporność na absorpcję kapilarną wody*, Branżowy Zakład Doświadczalny Budownictwa Drogowego i Mostowego Sp. z o.o., Warszawa 2016 r.

Serwis GDDKiA • Aktualności

Rośnie najważniejszy obiekt obwodnicy Kłodzka

Od marca 2016 roku w Kłodzku trwa budowa obwodnicy. Jej największa estakada będzie miała ponad kilometr długości.

W ramach inwestycji będzie wykonana obwodnica miasta o długości 6,6 km w ciągu drogi krajowej nr 33 wraz z łącznikiem drogi krajowej nr 46 o długości około 2,6 km oraz przeprowadzony remont istniejącej drogi krajowej nr 33 na długości blisko 2,4 km.

W ciągu obwodnicy powstaje 9 obiektów mostowych. Najdłuższym z nich, bo ponadkilometrowym, jest estakada MG6 w ciągu budowanej obwodnicy DK33. Będzie ona przechodzić nad drogą powiatową, Nysą Kłodzka, linią kolejową oraz drogą gminną. Estakada będzie służyła również jako przejście dla dużych zwierząt. Najważniejszy obiekt kłodzkiej obwodnicy składać się będzie z 21 przęseł o długościach od około 11 do 47 metrów oraz filarów o wysokości do 16 metrów. Po przyszłej estakadzie będą mogły się poruszać pojazdy o masie całkowitej do 50 ton (klasa nośności A). Koszt budowy obiektu wynosi 44,2 miliona złotych. Do początku czerwca 2016 roku wykonano większość fundamentów estakady MG6 oraz część filarów. Obecnie wykonywane są pozostałe fundamenty, podpory oraz stanowisko wytwórni do nasuwania podłużnego obiektu.

Budowę obwodnicy Kłodzka realizuje Oddział GDDKiA w Opolu.



17-06-2016