

Streszczenie rozprawy doktorskiej:

mgr inż. Piotr Ramiączek

pt.: „Optymalizacja parametrów fizyko-mechanicznych mieszanki wytworzonej w technologii recyklingu głębokiego na zimno w aspekcie metody zagęszczania”

W pracy podjęta została tematyka wpływu laboratoryjnych metod zagęszczania na właściwości recyklowanych mieszank mineralno-cementowych z asfaltem spienionym (MCAS) wykonywanych metodą „na zimno”. Głównym celem pracy było zbadanie, jaki wpływ na właściwości próbek laboratoryjnych z mieszank MCAS ma zastosowanie do ich zagęszczania prasy statycznej oraz prasy żyratorowej, jak również porównanie tych metod z rezultatami uzyskiwanymi z wykorzystaniem ubijaka Marshalla, który obecnie jest najczęściej wykorzystywany w formowaniu tego rodzaju prób.

W części teoretycznej pracy omówiono dotychczasowe, światowe i krajowe doświadczenia związane z recyklingiem nawierzchni drogowych metodą na zimno, metodami projektowania, badaniami laboratoryjnymi i wymaganiami. Stwierdzono, że obecnie najczęściej stosowane są na świecie dwie pokrewne technologie recyklingu metodą „na zimno”, wykorzystujące mieszanki mineralno-cementowe z emulsją asfaltową (MCE) oraz z asfaltem spienionym. Analiza dotychczasowych wytycznych projektowania mieszank MCE i MCAS oraz światowej i krajowej literatury z dziedziny recyklingu na zimno, pozwoliła wykazać znaczące różnice w stosowanych procedurach formowania prób, kondycjonowania oceny właściwości fizycznych i mechanicznych tych mieszank.

W części badawczej dokonano oceny wpływu zagęszczania próbek z wykorzystaniem ubijaka Marshalla, prasy statycznej oraz prasy żyratorowej na właściwości mieszanki MCAS. Eksperymenty realizowano uwzględniając zmiany czasu zagęszczania i siły konsolidującej w przypadku prasy statycznej oraz liczby obrotów i ciśnienia konsolidującego w odniesieniu do prasy żyratorowej. W badaniach wykorzystano trzy mieszanki MCAS, różniące się uziarnieniem, zawartością materiału recyklowanego oraz ilością dodawanego nowego lepiszcza, w celu odwzorowania często spotykanych w rzeczywistości wariantów recyklingu nawierzchni.

Analiza wyników badań przedstawiona została w 4 etapach odzwierciedlających kolejno realizowane etapy prac:

- pierwszy etap obejmował wykonanie oznaczeń zawartości wolnych przestrzeni, stosując wstępnie szeroki zakres zmienności parametrów procesu zagęszczania trzech mieszank MCAS,
- w drugim etapie na podstawie wcześniej uzyskanych wyników ograniczono zakres zmienności parametrów zagęszczania pozwalający z większą dokładnością przybliżyć zawartość wolnej przestrzeni uzyskaną dla metody referencyjnej; dla wybranych parametrów opracowano nowy plan badań w którym dokonano oceny zawartości wolnych przestrzeni, wytrzymałości na pośrednie rozciąganie próbek niekondycjonowanych oraz kondycjonowanych w wodzie, pozostałą wytrzymałość na pośrednie rozciąganie (TSR) i modułu sztywności w 5°C, 15°C oraz 25°C,
- badania wpływu parametrów procesu zagęszczania na strukturę przygotowanych próbek z wykorzystaniem tomografii komputerowej na podstawie rozkładu porów w próbce oraz oceny zjawiska kruszenia ziarn,
- ocenę wytypowanych metod zagęszczania na odcinku badawczym, poprzez porównanie wyników próbek zagęszczonych z materiału pobranego bezpośrednio z drogi, z wykorzystaniem metod zagęszczania wytypowanych w drugim etapie w odniesieniu do zagęszczania za pomocą ubijaka Marshalla oraz odwiertów z drogi.

Na podstawie wykonanych badań laboratoryjnych oraz analizy statystycznej wyników wykazano, że zastosowanie alternatywnych metod zagęszczania pozwala, przy odpowiednim sterowaniu procesem zagęszczania, na odzwierciedlenie uzyskanych wyników w stosunku do typowej metody zagęszczania z zastosowaniem ubijaka Marshalla oraz próbek pobranych z zagęszczonej warstwy niezależnie od składu mieszanki MCAS.



Summary:

mgr inż. Piotr Ramiączek

„Optimization of the physical and mechanical parameters of cold in place recycled mixtures in the aspect of compaction method”

In the dissertation the impact of laboratory compaction methods on the properties of cold recycled mineral cement mixes with foamed bitumen (MCAS) was investigated. The main purpose of the study was to examine the impact of static and gyratory press compaction on the properties of laboratory samples from MCAS mixes as well as to compare these methods with the results obtained using the Marshall hammer, which is currently most commonly used in forming this type of material.

In the theoretical part of the work, the current, global and national experiences related to the recycling of road pavements by the cold method, the design methods, laboratory tests and requirements were discussed. It has been found that two related cold in place recycling technologies are most commonly used in the world today, one using cement-asphalt emulsion (MCE) and the other with foamed asphalt mixtures. Analysis of existing guidelines for the design of MCE and MCAS mixtures as well as international and national literature in the field of cold recycling has exhibited significant differences in the applied procedures for preparing samples as well in the assessment of physical and mechanical properties of these mixtures.

The research part evaluated the impact of specimen compaction using a Marshall hammer, a static press and a gyratory press on the properties of the MCAS mix. The experiments were carried out taking into account changes in compaction time and consolidating force in the case of a static press as well as the number of gyrations and consolidation pressure in relation to the gyratory press. Three MCAS mixes were used in the tests, differing in grain size, content of recycled material and the amount of new binder added, in order to reproduce the most common pavement recycling options.

The analysis of research results was presented in 4 stages reflecting the successive stages of work:

- the first stage involved the determination of air void content, initially using a wide range of the parameters of the compaction process of three MCAS mixes,
- in the second stage, based on previously obtained results, the range of compaction parameters was reduced, allowing to more accurately approximate the air void content obtained for the reference method; a new experimental plan was developed for selected parameters in which the content of air voids, indirect tensile strength of non-conditioned and conditioned samples, residual indirect tensile strength (TSR) and stiffness modulus at 5°C, 15°C and 25°C were assessed,
- studies on the impact of compaction process parameters on the structure of prepared samples using computed tomography based on the distribution of pores in the sample and evaluation of the phenomenon of grain crushing,
- assessment of the selected compaction methods on the test section, by comparing the results of compacted samples from material taken directly from the construction site, using the compaction methods selected in the second stage in relation to compaction using a Marshall compactor and cores from the road.

Based on the laboratory tests and statistical analysis of the results, it has been shown that the use of alternative compaction methods allows, with appropriate control of the compaction process, to reflect the results obtained in relation to a typical compaction method using a Marshall hammer and samples taken from the compacted layer regardless of the composition of the MCAS mix

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Janusz Kowalski".