سلوك طبقات الأساس و تحت الأساس الحصوية ذات المواد الناعمة

عبد الله بن عيسى الزهرانى

المستخلص

تعتبر طبقات الرصف الإسفلتية الأكثر انتشاراً في طرق المملكة العربية السعودية وكثير من المناطق الأخرى في العالم ، حيث أن معظم الطرق المرصوفة تقع ضمن طبقات الوصف الإسفلتية . يجب أن تكون هذه الطبقات ذات أداء عال . إن طبقات الأساس وتحت الأساس الحصوية من المكونات الأساسية لطبقات الرصف الأسفلتية التقليدية التي تحد من تأثير إجهادات المرور على سطح طبقات الرصف وتقلل من تأثير التخدد في الطبقات الحصوية والأرض الطبيعية ، لذلك فإن لخصائص وسلوك طبقات الأساس الحصوية أثر رئيس في أداء نظم طبقات الرصف التقليدية .

إن طرق التصميم التجريبية السابقة ، خاصة التي تعتمد على إختبار نسبة تحمل كاليفورنيا ، قد استخدمت في تقييم خصائص وسلوك أنظمة طبقات الرصف ، إلا أنه بسبب ما يتعلق بهذه لطرق من تقريب وفرضيات فقد إتجه مهندسوا الطرق لإبتكار تقنيات جديدة لإجراء إختبارات ديناميكية على المواد الحصوية لتعكس بذلك مدى تأثر التربة الديناميكي بسبب المركبات المرورية .

لقد أستخدم معامل المرونة (M_R) للمواد الحصوية لوصف سلوكها المرن كواحد من أهم المغيرات في الطرق التحليلية للتنبؤ بسلوك طبقات الرصف . في عام ١٩٨٢ م أسس المعهد الأمريكي للطرق والنقل (AASHTO) طريقة إختبار الأرض الطبيعية (AASHTO T274-82) حيث تم بعد ذلك عمل عدة تحديثات على طريقة التصميم آخرها AASHTO T307-99 . وقد نص دليل طريقة التصميم الت جريبية- الآلية AASHTO 2002 على تحديد قيمة معامل المرونة كواحد من أهم الخصائص الرئيسية لوصف أداء الطبقات الحصوية.

إن المواد الناعمة ، التي تمر من خلال المنخل رقم ٢٠٠ ، في الطبقات الحصوية والتي تملأ الفراغات بين حبيبات التربة ينتج عنها نقص في نفاذية التربة حيث أن تأثيرزيادة نسبة المواد الناعمة يتزايد أسيّاً مع زيادة كمية هذه المواد.

من جهة أخرى لذلك فإن زيادة المواد الناعمة وعدم وجود تصريف جيد للمياه خاصة في المناطق ذات المنسوب العالي للمياه الجوفية يتسبب في زيادة حصر الماء في الطبقات الحصوية مما قد يصل به ا إلى درجة التشبع ، وبالتالي إلى تقليل معامل المرونة لهذه الطبقات . تعتمد قابلية التأثر بالرطوبة على عدة عوامل منها التدرج وطبيعة المواد الناعمة (خاصة دليل اللدونة) وكمية هذه المواد ودرجة التشبع . كذلك فإن للتدرج الحبيبي وخاصة وجود المواد

الناعمة تأثير جوهري على نشوء التحددات المستديمة في طبقات الأساس وتحت الأساس الحصوية والذي ينتج عن زيادة ضغط المياه بين حبيبات التربة في الطبقات بسبب الأحمال الديناميكية للمحاور . وقد تبين أن إجهادات الكلل في طبقات الأساس ضمن أنظمة الرصف الأسفلتيه التقليديه ذات التدرج الكثيف تكون أكثرمنها في حالة طبقات الأساس ذات النفاذية العالية .

إن التجربة المحلية تؤكد الحقائق المذكورة أعلاه حيث تم ملاحظة أن أداء عدة طبقات رصف أسفلتية تقليدية ذات طبقات أساس وتحت أساس حصوية ذات كثافة عالية كان ضعيفاً في المناطق ذات منسوب المياه الجوفية العالي .

الهدف الرئيس من هذا البحث هو دراسة تأثير محتوى المواد الناعمة ودرجة التشبع على معامل المرونة لطبقة الأساس وتحت الأساس الحصوية ومن ثم تأثيرها على أداء طبقات الرصف.

في هذا البحث تم عمل برنامج معملي لتحديد تأثير المواد الناعمة ودرجة التشبع بالماء على معامل المرونة لطبقات الأساس وتحت الأساس. بعد ذلك تم إختبار هذه العينات لتعيين معامل مرونتها بطريقة إختبار AASHTO T307-99 . وجد من الإختبارات المعملية أن معامل المرونة يزيد مع زيادة الإجهادات وكلما زادت نسبة المواد الناعمة فإن قيمة المعامل تقل كذلك فإنه كلما زادت درجة التشبع فإن قيمة معامل المرونة تزيد حتى تصل إلى نسبة 90 % درجة تشبع يبدأ بعدها المعامل بالتناقص . ميل علاقة النقص في معامل المرونة أشد حدة في حالة النسب العالية للمواد الناعمة منها في حالة النسب القليلة.

بناءً على نتائج الإختبارات ، تم تطوير نموذج معاير لقياس معامل المرونة للمواد الحصوية التي تحتوي مواد ناعمة وقد تضمن النموذج المطور بشكل واضح محتوى المواد الناعمة بدلالة النسبة المئوية من منخل رقم ٢٠٠ ، محتوى الرطوبة بدلالة درجة التشبع ، الإجهاد الرأسي على العينة وكذلك مجموع الإجهادات المؤثرة على العينة .

Behavior of Granular Bases / Subbases with Fines

Abdallah Isa Al-Zahrani

ABSTRACT

Flexible pavements has been the predominant type in use in Saudi Arabia roads and other parts of the world, where the majority of paved surfaces fall under the over all category of flexible pavements. Pavements in developed urban areas should be of high performance. Granular base and subbase layers are essential components of a conventional flexible pavement system where their function is to reduce traffic induced stresses in the pavement surface and to minimize rutting in the granular layers and the subgrade. Therefore, characteristics and behaviors of granular base and subbase layers have a major influence in the performance of flexible pavement systems.

Previous empirical methods, based specifically on the California Bearing Ratio test (CBR), have been used to evaluate the properties and behavior of flexible pavement systems. However, concerns about this empirical approach forced highway engineers to develop new techniques to perform dynamic loading tests on granular materials to asses the dynamic response of soil to vehicular traffic.

Resilient Modulus (M_R) of the granular materials has been used to characterize its elastic behavior and is being used as one of the main input variables in the analytical procedures used to predict the behavior of flexible pavements. In 1982, the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) established the Standard Method of Test for Subgrade soil AASHTO Designation T 274 -82 . Since then several updates to the testing method were developed, and AASHTO Designation T 307-99 is the latest. The mechanistic-empirical (M-E) design of flexible pavements approach adopted by AASHTO Design Guide 2002 requires specifying M_R as the main input property to describe the granular layers.

Fine materials, which is the materials passing sieve no.200, fills the voids between particles in granular aggregate, resulting in lower hydraulic conductivity that decreases exponentially with increasing fines content. On the other hand, excess fines and improper drainage in areas with high ground water table tend to increase water retention of the granular layers and might bring its water content close to saturation level, which in turn reduces its resilient modulus (M_R). Moisture sensitivity depends on gradation, nature primarily plasticity index (PI) and amount of fines and the degree of saturation. Gradation of the aggregate, particularly the fines content has been observed as a key factor in the development of permanent deformation, in an aggregate base/sub-base that originates from excess pore water pressures delivered by dynamic axle loads. Also, Conventional asphalt pavements

with dense-graded bases showed more fatigue when compared to asphalt pavements with permeable bases [72].

Local experience confirms the above findings, where it was observed that several conventional asphalt pavements with granular base/subbase layers exhibited poor performance in the areas with high ground water table [64].

The main objective of this research is to study the effect of fine contents and degree of saturation on the resilient modulus of granular base and sub base and its effect on the overall performance of flexible pavement.

In this research, an experimental program was conducted to determine the effects of fine content and degree of saturation on M_R of granular base and sub base materials.

A triaxial test sample is compacted to maximum dry density at optimum moisture content and at different degrees of saturation. After that, the prepared sample is tested to determine their M_R. the AASHTO Standard Method of Testing Designation T 307-99 was adopted. The test result shows that, as the amount of fines is increased the resilient modulus M_R is decreased. Also, the test result shows that, as degree of saturation is increased, the resilient modulus M_R is increased up to approximately 90 % degree of saturation, after which M_R is decreased. Decreasing of the slope of curve is less for 4% fines content and sharper for 16 % fines.

Based on the tests results, a calibrated predictive model of the M_R was developed for granular materials with fines.The predicted model shows stress dependency of relating M_R with the stress invariant (Θ), the deviatoric stress (σ_d), degree of saturation (S), and fines contents (passing sieve no. 200). Also, the calibrated predictive model indicates a reasonable value of M_R when compared to experimental values.