

**Ministry of Higher Education  
And Scientific Research  
University of Technology  
Building & Construction Engineering Department  
Highways and bridges Engineering Branch**



# **Prediction of Fatigue Life Model of Local HMA Based on Experimental Tests and Statistical Analysis**

**A Thesis**

**Submitted to the Department of Building & Construction  
Engineering of the University of Technology in Partial  
Fulfillment Requirement for the Degree of  
Master of Science in Highways and  
Transportation Engineering  
By**

**Ahmed Naji Mustafa Al-Sarraf**

**(B.Sc in Civil Engineering, 1999 )**

**Supervised by**

**Ass. Prof. Dr. Hasan H. Joni**

**Lec. Dr. Zaynab I. Qassim**

**March, 2016**

**Jumada Alawal, 1437**

## **ABSTRACT**

In Iraq, fatigue cracking of asphalt mixture is one of the most major distress types affecting the performance of flexible pavement by reducing the level of serviceability during the pavement design life. Therefore, it is important to analyze and investigate this type of distress. This study is concerned with this phenomenon in which it characterizes the results of a laboratory test of the fatigue response of a typical local asphalt binder mixtures to determine the effect of asphalt type, asphalt content, temperature, level of strain and mineral filler type and then developed a fatigue predictive model which prophecy the number of load repetitions to failure. The Superpave mix design method has been adopted for volumetric design of hot asphalt mixtures.

Seventy two asphalt concrete beam specimens have been prepared by Roller Wheel Compactor (RWC) and their tests were conducted by Four Points Flexural Beam Testing device (Nottingham device) under controlled strain mode. The factors which have been used in this study: two level of strain (400, 750  $\mu\epsilon$ ), three temperatures (10, 20, 30 °C), three levels of asphalt content (optimum  $\pm$  0.5 % by weight of mix), two types of asphalt grade (40-50) and (60-70) from Al- Daurah Refinery and two types of mineral filler (limestone dust and Portland cement obtained from local markets).

The influence of each variable was examined with the fatigue life according to the available data for each case. It was concluded that an increase in asphalt content by 0.5% by weight of mix from optimum content leads to an increase in fatigue life by about 50% while a decrease by 0.5% causes a decrease in fatigue life by 50%. In addition, an increase in strain level leads to decline in fatigue life and there is about 100%

decrease in fatigue life when it was changed from 400 $\mu\epsilon$  to 750 $\mu\epsilon$ . Also, it is concluded that a rise in temperature by 10° C (from 10 to 20° C and from 20 to 30° C) leads to increase in fatigue life by 150% and 30%, respectively. Moreover, the fatigue life of asphalt grade (40-50) is 1.15 times that of asphalt grade (60-70). Finally, it is concluded that there is no significant difference in fatigue life for asphalt concrete mixtures if limestone dust filler or Portland cement filler is added, however, HMA mixtures with limestone dust has a longer fatigue life.

The collected data were statistically analyzed by SPSS and Microsoft Excel programs to develop model for the fatigue life according to ANOVA and General Linear Model (GLM) after taking into consideration the influences of all variables. Two models are developed in this study: a traditional fatigue model with  $R^2 = 0.958$  and a general fatigue model with  $R^2 = 0.787$ .

## الخلاصة

في العراق، تُعد تشققات الكلل في الخلطات الاسفلتية احد انواع الاجهادات الرئيسية الاكثر تأثيراً على اداء التبليط المرن وذلك بتقليل مستوى الخدمة للعمر التصميمي للتبليط. لذلك، فمن الضروري ان يتم بحث و تحليل هذا النوع من الاجهادات. اهتمت هذه الدراسة بهذه الظاهرة حيث قيمت نتائج الفحوصات المختبرية لاستجابة الكلل لخلطات اسفلتية محلية نموذجية لتحديد تأثير نوع الاسفلت ومحتوى الاسفلت ودرجة الحرارة ومستوى الانفعال بالاضافة الى نوع المادة المألئة ومن ثم تطوير نموذج تنبؤي للكلل والذي يخمن عدد تكرار الاحمال المؤدي للفشل. وقد اعتمدت طريقة الرصف فائق الاداء (Superpave) للتصميم الحجمي للخلطات الاسفلتية الحارة .

تم تهيئة اثنان وسبعون عينة من العتبات الخرسانية الاسفلتية بواسطة جهاز العجلة الراصة الدوارة ( Roller Wheel Compactor ) وفُحصت بجهاز اختبار فحص ثني العتبة باربع نقاط او ما يسمى باختبار نوتنغهام لفحص الكلل تحت صيغة الانفعال المسيطر . المتغيرات التي استُخدمت في هذه الدراسة: مستويين من الانفعال ( $400,750\mu\epsilon$ ) وثلاث درجات حرارة (10، 20، 30 م°) وثلاث مستويات من المحتوى الاسفلتي ( الامثل  $\pm 0.5\%$  من وزن الخلطة) ونوعين من انواع الاسفلت (40-50) و(60-70) تم توفيرهما من مصفى الدورة ونوعين من المادة المألئة ( غيرة الحجر الجيري والاسمنت البورتلاندي ) وتم شرائهما من الاسواق المحلية وقد تم استخدامهم كعوامل.

تمت دراسة تأثير كل متغير على عمر الكلل استناداً للبيانات المتوفرة لكل حالة. حيث بينت النتائج ان الزيادة في المحتوى الاسفلتي بمقدار 0.5 % من وزن الخلطة من المحتوى الامثل ادى الى زيادة عمر الكلل بنسبة 50 % بينما النقصان بمقدار 0.5 % ادى الى النقصان بعمر الكلل بنسبة 50 % من عمر الكلل. بالاضافة الى ان، زيادة مستوى الانفعال ادى الى نقصان عمر الكلل ، وقد انخفض عمر الكلل بحوالي 100% عندما استبدل الانفعال المطبق من  $400\mu\epsilon$  الى  $750\mu\epsilon$ . ايضا تم استنتاج ان الارتفاع بدرجات الحرارة بمقدار 10 م° ( من 10م° الى 20م° ومن 20م° الى 30م° ) ادى الى زيادة في عمر الكلل 150 % و 30% على التوالي. وكان عمر الكلل للاسفلت المتدرج (40-50) اعلى ب 1.15 مرة من عمر الكلل للتدرج الاسفلتي (60-70). واخيراً، لم يكن هناك فرق معنوي لعمر الكلل بين غيرة الحجر الجيري المألئة والاسمنت البورتلاندي المألئ، على العموم فقد اعطى غيرة الحجر الجيري عمر كلل اطول .

وقد تم تحليل البيانات التي تم جمعها تم تحليلها احصائياً بواسطة برنامجي SPSS و Microsoft Excel لتطوير نموذج رياضي لحساب عمر الكلل استناداً الى اختبار تحليل التباين ANOVA و General Linear Model (GLM) بعد الاخذ بنظر الاعتبار تأثير جميع العوامل انفة الذكر. وقد تم تطوير نموذجين رياضيين في هذه الدراسة: نموذج رياضي تقليدي للكلل مع درجة وثوقية بلغت 0.958 ونموذج عام للكلل بدرجة وثوقية بلغت 0.787.



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
الجامعة التكنولوجية  
قسم هندسة البناء والانشاءات  
فرع هندسة الطرق والجسور

## نموذج تنبؤ عمر الكلل للخلطات الأسفلتية المحلية الحارة استناداً الى الاختبارات التجريبية والتحليل الاحصائي

رسالة

مقدمة إلى قسم هندسة البناء والانشاءات في الجامعة التكنولوجية كجزء من متطلبات  
الحصول على درجة الماجستير في علوم الهندسة الطرق و الجسور  
من قبل

احمد ناجي مصطفى الصراف

باشراف

م.د. زينب ابراهيم قاسم

أ.م.د. حسن حمودي جوني

أذار 2016

جمادى الأول 1437