

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Technology
Building and Construction Engineering Department



Geophysical Evaluation of Flexible and Rigid Pavement Conditions Using GPR Technique

A THESIS SUBMITTED TO THE
BUILDING AND CONSTRUCTION ENGINEERING DEPARTMENT OF
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
IN A PARTIAL
FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER
OF SCIENCE IN GEOMATICS ENGINEERING

BY

Ammar Mohammed Mustafa Al-Qaissi

Supervised

by

Prof. Dr. Hussein Hameed Karim

2013

ABSTRACT

Ground Penetrating Radar (GPR) is frequently used in pavement engineering for road pavement inspection. The main objective of this work is to validate nondestructive, quick and powerful measurements using GPR for assessment of Flexible and Rigid pavement conditions.

In the present study, three different antennas (250, 500 and 800 MHz) were used. The work was achieved by different stages in selected sites. Several applications were carried out: pavement's layer thickness estimation and pavement evaluation represented by the detection and diagnosis of steel reinforcement, cork sheet and plastic pipes.

Two case studies are presented in two sites: the first was carried in University of Technology over about 1250 m of paved road. In this site, firstly 2D electrical resistivity imaging (ERI) using Wenner and Wenner-Schlumberger array was carried out along two lines, with length survey of 40, 60 m respectively; ERI was applied to have an idea about resistivity values that around 30 ohm.m for topsoil, which are suitable for the present study as it deals with very shallow investigation represented by this inspection. Later, different operating setting parameters were tested including, the suitable antenna and EM wave velocity, the best Maximum Time Window and Point Interval. Also, a core has been extracted from this site and a simulated with GPR. While in the second site, in-situ simulation model (1.2 m* 1.2 m in dimension) consisting of three layers (sub-base, concrete pavement and asphalt overlays with known standard thicknesses) was made in Canal Amusement Park in Baghdad which had been surveyed by GPR along 16 profiles using three antennas. A simulation was made through validation by checking the thicknesses of these layers with those that can be estimated using GPR.

The interpretation results of the 1st site showed that with 250 MHz antenna, the buried plastic pipe and the flexible pavement layers were identified. The later appeared as one layer without identifying the rigid pavement layer. With 500 MHz antenna, the plastic pipe, rigid pavement, steel reinforcement bars and joint sheet cork appeared clearly. Moreover, the short type of max. time window using antenna 800 MHz appeared to be the most suitable for detecting some road anomalies (plastic pipe, cork sheet and reinforcement bars and pavement thickness) which were clearly defined.

For in-situ simulation model at the 2nd site, the interpretation results of 250 MHz antenna identify and assign the overlay as one layer without identifying the rigid pavement layer. With the 500 MHz antenna, the flexible over rigid appeared as one layer with identifying the rigid pavement boundaries. While using 800 MHz antenna, both flexible pavement and rigid pavement layers were clearly identified as in the in-situ simulation model.

الخلاصة

كثيرا ما يستخدم الرادار الأرضي في هندسة التبييط لفحص تبييط الطرق. والهدف الرئيسي من هذا العمل هو التحقق من صحة هذه القياسات غير الاتلافية والسريعة والقوية باستخدام جهاز الـ (GPR) لتقييم ظروف الأسفلت / الخرسانة.

تم في هذه الدراسة, استخدام ثلاثة هوائيات مختلفة (250 و 500 و 800 MHz). وقد أنجز العمل على مراحل مختلفة في مواقع مختارة. تم تنفيذ العديد من التطبيقات منها: تقدير سمك طبقة التبييط وظروف التبييط ممثلة في كشف حديد تسليح التبييط الجاسيء, طبقات الفلين و الانابيب البلاستيكية. تم عرض دراسة لحالتين مختلفتين: أجريت الأولى في موقع الجامعة التكنولوجية على طول حوالي 1250 م من الطرق المعبدة. في هذا الموقع, تم تطبيق أولا تقنية تصوير المقاومة النوعية الكهربائية ثنائية الأبعاد باستعمال ترتيب wenner و wenner schlumberger على طول خطين باطوال 40 و 60 متر لاعطائنا فكرة عن قيم المقاومة النوعية (والتي بحدود 30ohm.m للتربة السطحية) و هي مناسبة لهذه الدراسة التي تتعامل مع التحري الضحل جدا الذي يمثله هذا الفحص . وفيما بعد جرى اختبار مختلف معاملات إعداد التشغيل بما في ذلك, الهوائي المناسب وسرعة موجة EM , أفضل نافذة للحد الأقصى للوقت(Max. Time Window) وأفضل فترة زمنية نقطية (Point Interval). كما تم استخراج لب اسفلتي (Drilling Core) من هذا الموقع وعمل محاكاة (Simulation) لبيانات GPR مع لب الحفر. بينما في الموقع الثاني, تم عمل نموذج محاكاة موقعي (بأبعاد 1.2 m *1.2), ويتألف من ثلاث طبقات (ما تحت القاعدة Sub-base, وطبقات التبييط الخرساني Concrete Pavement و التبييط الأسفلتي Asphalt Pavement Layer وبسماكات قياسية معلومة) في موقع مدينة ألعاب القناة التي تم مسحها بواسطة GPR على طول 16 مسار باستخدام الهوائيات الثلاثة. وتم عمل المحاكاة عن طريق التحقق من صحة سمك هذه الطبقات مع تلك التي يمكن استخراجها باستخدام الـ GPR .

وأظهرت نتائج تفسير الموقع الأول: باستخدام الهوائي 250 MHz تم التعرف على الأنبوب البلاستيكي المدفون وطبقة التبييط المرنة. وظهرت الأخيرة كطبقة واحدة دون تحديد طبقة التبييط الصلدة. مع استخدام 500 MHz , ظهر كل من الأنبوب البلاستيكي, طبقة التبييط الصلدة , قضبان حديد التسليح وقطع الفلين المستخدمة في الفواصل بشكل واضح. وعلاوة على ذلك, تبين ان أفضل نافذة للحد الأقصى للوقت هو القصير(short) باستخدام الهوائي MHz

800 وهو الأكثر ملاءمة للكشف عن بعض الشواذ الرادارية (الأنابيب البلاستيكية، طبقة الفلين وحديد التسليح وسمك التبليط) التي تم تحديدها بشكل واضح.

أظهرت نتائج تفسير نموذج المحاكاة للموقع الثاني، انه باستخدام الهوائي 250 MHz أمكن تحديد وتعيين طبقة التبليط المرنة وظهرت كطبقة واحدة دون تحديد طبقة التبليط الصلدة. بينما مع 500 MHz ، بدت طبقة التبليط المرنة كطبقة واحدة مع تحديد حدود طبقة التبليط الصلدة ولكن بسماكات غير حقيقية. بينما مع 800 MHz ، حددت بوضوح كل من طبقات التبليط المرنة والصلدة كما في نموذج المحاكاة الموقعي.



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والإنشاءات

التقييم الجيوفيزيائي لظروف التثبيت المرن و الجاسيء باستعمال تقنية الرادار الأرضي

رسالة مقدمة إلى قسم هندسة البناء والإنشاءات في
الجامعة التكنولوجية

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم
هندسة البناء والإنشاءات - الهندسة الجيوماتيكية

من قبل
عمار محمد مصطفى القيسي

بإشراف
أ.د. حسين حميد كريم
2013 م