الفصل الاول

الاعمال الترابية

ما هي المواصفات المعتمدة عند تنفيذ الإعمال الترابية الخاصة بإنشاء الطرق ؟

لكل مشروع مواصفات تحددها المتطلبات والمخططات لذلك المشروع ، وفي العراق يتم اعتماد المواصفات الصادرة عن الهيئة العامة للطرق والجسور لعام ١٩٨٣ وتعديلاتها لعام ١٩٩٩ ضمن الفصل (R5) .

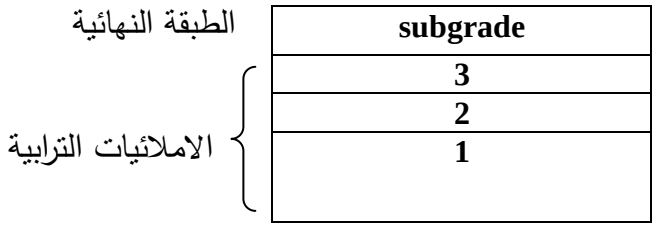
ما هي أنواع الطبقات الترابية التي يمكن إن يتعامل معها المهندس موقعيا عند إنشاء الطرق ؟

يتعامل المهندس موقعيا مع ثلاث أنواع من الطبقات الترابية المختلفة في المواصفات وهي :

١ -طبقة الأرض الطبيعية (N.G) .

٢ -طبقات الاملائيات الترابية (Embankment) .

٣ -الطبقة الترابية النهائية (Subgrade) .



(مخطط يوضح الطبقات الترابية)

ما هي الأمور الواجب اتخاذها عند تنفيذ الأعمال المتعلقة بطبقة الأرض الطبيعية ؟

قبل المباشرة بالتعلية الترابية والاملائيات الترابية يتطلب بعض الإجراءات الواجب إجراءها على الطبقة الترابية :

١ -قشط سطح الأرض و رفع المواد غير الصالحة والحشائش والمواد العضوية خارج جسم الطريق .

٢ -حدل سطح الأرض الطبيعية لتصبح الكثافة الموقعية الجافة على الأقل ٨٨ ٪ من الكثافة العظمى الجافة المحضرة بموجب المواصفة AASHTO T180 او المواصفة ASTM D1557 ولعمق ٢٥ سم .

كيف يتم التعامل مع تربة المقالع الترابية المستخدمة في تنفيذ الاملائيات الترابية اذا كانت جافة ؟

اذا كانت تربة المقالع الترابية المزمع استخدامها في تنفيذ الاملائيات الترابية جافة ففي هذه الحالة يتم فرش التربة الجافة على الطريق بالسمك المطلوب ثم يتم رشها بالماء بصورة كافية ومتجانسة ويتم توزيع الرطوبة بصورة متجانسة باستخدام المعدات اللازمة لذلك مثل :

١- الاقراص الدائرية (discing) .

٢- طريقة الحرث (horrowing) .

٣- طريقة القشط (blading) .

ما هي المواصفات الهندسية المطلوب اعتمادها لطبقة المواد الحصوية (فلتر) المستخدمة كأساس للتعليات الترابية ؟

لقد بينت المواصفات العالمية الى امكانية استخدام طبقة من المواد الحصوية ذات النفاذية من الحصى او الرمل او الحصى المكسر او خليط من هذه المواد كاساس للتعليات الترابية في المناطق التي يكون فيها منسوب المياه الجوفية مرتفعا وبسمك بحدود ٣٠ سم بحيث ان تلك المواد تحقق المتطلبات المبينة في الجدول لاحقا حيث تستخدم هذه المواد لقطع صعود المياه الى الاعلى بالخاصية الشعرية من خلال قشط التربة الضعيفة وصولا الى الطبقات القوية ثم يتم فرش المواد الحصوية .

المتطلبات	المواصفات
نسبة المار من منخل رقم ٢٠٠ (٪)	١٠ حد اعلى
المقاس الاقصى (ملم)	٧٥
معامل الانتظام (٪)	اكثر من ١٠

ما المقصود بـ معامل الانتظام (التجانس) ، وما اهميته ؟

يمكن تعريف معامل الانتظام من العلاقة التالية : $Cu = D60/ D10$

حيث :

Cu : معامل الانتظام .

D60 : حجم الفتحة التي يمر خلالها ٦٠ ٪ من وزن نموذج التربة .

D10 : حجم الفتحة التي يمر خلالها ١٠ ٪ من وزن نموذج التربة .

اهمية معامل الانتظام :

١- يعطي فكرة عن شدة انحدار منحني التوزيع الحبيبي ، فعندما تكون قيمة معامل الانتظام قليلة فان ذلك يشير الى ان حجم حبيبات التربة متقاربة والعكس بالعكس .

٢- تحديد مدى تدرج التربة ويساعد على تصنيف التربة بموجب النظام الموحد للتصنيف .

يراد انشاء سدة ترابية لغرض استخدامها كطريق فوق تربة يمكن ان يكون منسوب المياه الجوفية قريب من السطح وتطلب فرش طبقة (فلتر) من المواد الحصوية المبينة مواصفاتها في الجدول ، بين صلاحية تلك المواد ؟

حم المنخل (ملم)	٢٥	١٤،١	١٢،٧	٤،٧٥	٢	٠،٤٢٥	٠،٠٧٥
نسبة المار وزنا (٪)	١٠٠	٩٠	٧٠	٦٠	٣٠	١٠	٥

الحل :

١- المقاس الاقصى اقل من ٧٥ ملم

٢- معامل الانتظام : $Cu = D60/ D10 = 4.75 /0.425 = 11.18$

اذن معامل الانتظام اكبر من ١٠ .

٣- نسبة المار من منخل قياس ٠،٠٧٥= ٥ ٪ اقل من ١٠ ٪

وبهذا تكون المواد المستخدمة في طبقة الفلتر صالحة للانشاء .

ما هي المتطلبات الخاصة بالتربة المستخدمة في انشاء الطرق والحدود المسموحة لتلك المتطلبات بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور R5 ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور (R5) مجموعة من المتطلبات الخاصة بنوعية التربة المستخدمة في انشاء طبقات الاملائيات والطبقة النهائية للتربة وهذه المتطلبات هي :

المتطلبات	الاملائيات الترابية Embankment	الطبقة الترابية النهائية Subgrade
الكثافة العظمى(غم/ سم^3) (٪)	–	١,٧ حد أدنى
الأملاح الذائبة بتخفيف (١ : ٥٠) (٪)	٢٠٪ حد أعلى	١٠ حد أعلى
نسبة المواد العضوية (٪)	١٢٪ حد أعلى	١٢٪ حد أعلى
حد السيولة (٪)	٧٠٪ حد أعلى	٥٥ ٪ حد أعلى
مؤشر اللدونة (٪)	٤٥ ٪ حد أعلى	٣٠ ٪ حد أعلى
نسبة التحمل الكاليفورني C.B.R (٪) عند حدل ٩٥ ٪	–	٤٪ حد أدنى

ما هي ترددات فحوص المقالع الترابية المستخدمة لاعمال انشاء الطرق ؟

لم تحدد المواصفات العامة للطرق والجسور ترددات محددة لأجراء الفحوص الخاصة بالمقالع الترابية المستخدمة لأعمال انشاء الطرق ، ولكن هناك بعض المعلومات التي يمكن ان تعتمد من قبل المهندس لإغراض استرشادية عند أجراء هذه الفحوص :

١– تشير مقترحات المركز الوطني للمختبرات والبحوث الإنشائية الى إمكانية أجراء الفحوصات المشار اليها آنفا بواقع نموذج لكل ١٥٠٠ م^3 أو عند تغير نوع التربة أيهما اقل .

٢ تشير التعليمات الصادرة عن الهيئة العامة للطرق والجسور بموجب الكتاب ذي العدد ٤٢٩٢ في ٨/ ٢٠٠٨/٤ بخصوص اجراء الفحوص المختبرية لمقالع التربة المستخدمة في أعمال التعليات الترابية لمشاريع الطرق الى إمكانية أجراء الفحص لكل ٢٠٠٠٠ م^3 (عشرين الف متر مكعب) من التربة أو عند تغير نوع التربة بواقع ثلاث عينات ويعتمد معدلها في التقويم للتربة التي تستخدم في طبقات التعلية ولجميع الفحوص المنصوص عليها في المواصفات لهذه الطبقات الترابية ما عدا الطبقة الأخيرة للطريق(Subgrade) حيث يتم فحص التربة بمعدل فحص لكل ١٠٠٠٠ م^3 (عشرة آلاف متر مكعب) بواقع ثلاث عينات ويعتمد معدلها في تقويم التربة ولجميع الفحوص المحددة لهذه الطبقة بموجب المواصفات .

ما المقصود بنسبة الحدل ، وما هي المتطلبات والتردد الخاصة بنسبة الحدل عند تنفيذ الأعمال الترابية بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

نسبة الحدل : هي النسبة بين الكثافة الموقعية (الكثافة الجافة Dd غم/ سم^3) و الكثافة المختبرية (الكثافة العظمى الجافة MDD غم / سم^3) .

نسبة الحدل (٪) = MDD / Dd

أولا – نسبة الحدل للطبقة النهائية : ٩٥ ٪ (على الأقل) من الكثافة العظمى الجافة المحضرة بموجب المواصفة الأمريكية AASHTO T180 او المواصفة ASTM D1557 .

ثانيا – للاملائيات الترابية : تكون نسبة الحدل اعتمادا على ارتفاع الطبقة المحدولة من سطح التعلية الترابية وكما مبين في الجدول :

ارتفاع الطبقة المحدولة من سطح التعلية الترابية	الحد الادنى لنسبة الحدل (٪)
اقل من ٢ م	**٩٤**
اكثر من ٢ م	**٩٣**

تردد الفحص : يتم تقويم الطبقة المحدولة باجراء فحصان على الأقل لكل مساحة لاتزيد عن ٢٠٠٠ م^2 وبتردد اكبر حسب طلب المهندس المقيم .

ما هي طريقة حساب نسبة الحدل باعتماد طرق الفحص الروتينية للكثافة الموقعية ؟

هناك عدة طرق لتحديد الكثافة الجافة للتربة موقعيا وتتلخص جميعها في إيجاد الوزن الرطب (W_w) ومحتوى الرطوبة (W_c) في عينة التربة المحدولة المستخرجة من حفرة الفحص في الموقع وبعمق يساوي عمق الطبقة المطلوب فحصها ثم قياس حجم هذه الحفرة (V) بإحدى الطرق المناسبة وحساب الكثافة الجافة للتربة المحدولة في الحقل باستخدام المعادلة التالية :

$$\gamma d\ field = (W_w/V)/\{1+(W_c/100)\}$$

حيث:

γd= الكثافة الجافة للتربة المحدولة في الموقع.

W_w= وزن عينة التربة الرطبة المستخرجة من حفرة الفحص.

W_c= نسبة الرطوبة في التربة المحدولة.

V= حجم عينة التربة المستخرجة من حفرة الفحص.

وبالتالي يمكن حساب نسبة الحدل (Relative Compaction) كالآتي :

Relative Compaction= γd field/ γd max (lab) ×100

حيث إن γd max (lab) هي الكثافة العظمى الجافة والتي تم الحصول عليها مختبريا وبموجب المواصفات مثل المواصفة (AASHTO T180)، (ASTM D1557) .

ما هي طرق قياس الكثافة الموقعية لمختلف أنواع الترب ؟

هناك مجموعة من الطرق التي يمكن من خلالها تحديد الكثافة الموقعية لمختلف انواع الترب وكما مبين في الجدول لاحقا :

ت	الطريقة	نوع التربة
١-	الاسطوانة القاطعة (core cutter)	الطينية والرخوة
٢-	مخروط الرمل (Sand cone)	كل أنواع الترب
٣-	البالون المطاطي (balloon)	الطينية والرخوة
٤-	الإشعاع الذري (Nuclear densometer)	كل أنواع الترب

هل يمكن ان تكون نسبة الحدل اكبر من ١٠٠ ٪ ، وما هو سبب ذلك ؟

يمكن ان تكون نسبة الحدل اكبر من ١٠٠ ٪ وذلك بسبب الفرق بين ظروف المختبر و ظروف العمل في الموقع وخاصة عند استخدام حادلات ذات كفاءة عالية ولكن قلما تتجاوز نسبة الحدل ١٠٢ ٪ .

ما هي آلية تعيين الرطوبة والكثافة الموقعية باستخدام الطريقة الذرية ؟

ان هذه الطريقة تستعمل لايجاد كثافة التربة والرطوبة الموقعية بصورة مباشرة بالحقل دون الحاجة الى اخذ نماذج من التربة وتتم العملية بوضع الجهاز في المكان المطلوب فحصه . وخلال دقائق يمكن قراءة الكثافة والرطوبة على مقياس مثبت في الجهاز . وتتم العملية باستخدام أشعة كاما (Gamma Rays) التي يطلقها الجهاز . ان التربة تمتص قسما من هذه الأشعة وتعكس القسم الآخر ثانية الى الجهاز . تمر الأشعة المعكوسة من خلال أنابيب (Geiger– Miller tubes) وبواسطة مقاييس مثبتة في الجهاز ومنحنيات معايرة خاصة بالجهاز يمكن تحديد محتوى الرطوبة والكثافة الموقعية في ذلك المكان .

ما هي مزايا و مساوئ الطريقة النووية لفحص الرطوبة والكثافة المختبرية ؟

أولا – المزايا

١- تقليل الوقت اللازم للفحص من يوم كامل الى دقائق معدودة .

٢- لا يتطلب اخذ نماذج من التربة الى المختبر .

٣- يتيح الفرصة لفحص التربة التي تحتوي على حبيبات كبيرة .

٤- يقلل أو يمنع احتمال الخطأ الناتج من أجراء فحص متعدد العمليات .

ثانيا – المساوئ

١ –احتمال تعرض العاملين بالجهاز الى الإشعاعات النووية الخطيرة .

٢ –ارتفاع كلفة الجهاز وهذا يزيد من كلفة الفحص .

بين فيما اذا كانت طريقة فحص الكثافة الموقعية بطريقة الاسطوانة القاطعة core cutter بموجب المواصفة الامريكية ASTM D2937 تصلح لكل أنواع التربة ام لا .

المواصفة الأمريكية (ASTM D2937-06) بينت ان هذه الطريقة غير ملائمة لنمذجة التربة العضوية التي تكون قابلة للانضغاط عند النمذجة وكذلك التربة الطبيعية التي تكون صلبة جدا والتربة المحدولة بشكل كبير حيث يكون من الصعب اختراقها بواسطة الاسطوانة وكذلك التربة التي تكون قليلة المطاطية التي لايمكن بقائها في الاسطوانة عند النمذجة والتربة التي تحتوي مقدار واضح من الحصى (الجزيئات اكبر من ٤،٧٥ ملم) حيث ان وجود الجزيئات اكبر من ٤،٧٥ ملم يعطي أخطاء كبيرة في قياس الكثافة الموقعية من خلال احداث فراغات على طول جدران الاسطوانة خلال عملية الدق . وكذلك عند ازالة المواد الخشنة عند عملية تشذيب النموذج الذي يتم الحصول عليها من الاسطوانة .

ما هي مواصفات الاسطوانة القاطعة المستخدمة لفحص الكثافة الموقعية للتربة بموجب المواصفة ASTM D2937 – 06 ؟

حددت المواصفة الأمريكية ASTM D2937 مواصفات الاسطوانة القاطعة وكما مبين:

أولا – الأبعاد

١- نسبة المساحة للاسطوانة القاطعة يجب ان تكون مطابقة للمعادلة التالية :

$$Ar=[(D_e^2-D_i^2)/D_i^2]\times 100$$

حيث ان قيمة Ar للاسطوانة الملائمة للفحص تكون ١٠- ١٥٪ .

Ar- نسبة المساحة كنسبة مئوية .

D_e- أقصى قطر خارجي للاسطوانة المستخدمة في الفحص .

D_i- اقل قطر داخلي للاسطوانة المستخدمة في الفحص .

٢- حجم الاسطوانة القاطعة يجب ان لايقل عن ٨٥٠ سم^3 في أي حال من الأحوال .

ثانيا – يجب ان تكون الاسطوانة القاطعة سليمة من الالتواءات وخالية من التثلمات وذات حافة حادة .

ما هي أنواع الحادلات المستخدمة في حدل الترب المستخدمة في اعمال انشاء الطرق ؟ بين نوع التربة الملائمة لكل نوع من الحادلات ؟

الجدول المبين لاحقا يبين أنواع الحادلات المستخدمة في حدل التربة وأنواع الترب التي يمكن حدلها باستخدام تلك الحادلات .

نوع الحادلة	التربة الملائمة
حادلات أظلاف الغنم بأنواعها المختلفة	حدل الترب المتماسكة (الطينية) .
حادلات ذات الإطارات المطاطية	حدل وتعديل الترب الحبيبية .
حادلات ذات الإطارات الفولاذية الصقيلة	حدل الترب الحبيبية والحصى والحجر المكسر والحصى الخابط .

هل يمكن ان تظهر اكثر من قمة واحدة في منحني العلاقة بين الكثافة العظمى والرطوبة المثلى وفي أي نوع من الترب يمكن ان يكون ذلك ؟

يمكن ان تظهر اكثر من قمة واحدة في منحني العلاقة بين الكثافة العظمى والرطوبة المثلى وخاصة في الترب الرملية الناعمة ذات الحبيبات المتجانسة uniformly graded fine sands .

ومن الجدير بالذكر ان مثل هذه الحالة ظهرت في مختبرات المركز الوطني للمختبرات والبحوث الإنشائية عند أجراء هذا الفحص في مشروع المرور السريع ط٦ في منطقة الكثبان الرملية القريبة من آثار الوركاء .

ما هو الجلمود وما هي مجالات استخداماته والمواصفات المعتمدة لتقويمه بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

الجلمود (Boulders) : هو أجزاء أو شظايا الصخور التي تكون مدورة عادة بفعل عوامل التجوية أو التآكل وبمعدل إبعاد ٣٠ سم أو اكثر وهي مادة خام يستفاد منها بعد تكسيرها في المقالع للحصول على التدرجات المطلوبة للخلطات الكونكريتية والخرسانية وغيرها .

مجالات الاستخدام والتقويم :

١ -تستخدم بدون معالجات لتوفير سند لطبقات الطريق وخصوصا التعليات الترابية في المواقع الرخوة والمشبعة بالمياه التي يصعب حدلها وبهذا فان الجلمود لايعتبر طبقة إنشائية وعليه فان ذلك لا يتطلب أجراء تقويم للتدرج .

٢ -بينت المواصفات العامة للطرق والجسور الى إمكانية استخدام الجلمود في أعمال التكسية لجوانب التعليات الترابية بدلا من الحجر أو لكسر حدة أمواج المياه وفي هذه الحالة تخضع لمتطلبات الفصلين (R5 و B19) من المواصفات العامة للطرق والجسور من حيث الأبعاد والوزن الكلي و الوزن النوعي .

عرف نسبة التحمل الكاليفورني ، وما أهمية هذا الفحص ؟

نسبة التحمل الكاليفورني (CBR) : نسبة القوة اللازمة لاختراق غطاس (piston) دائري مساحة مقطعه (١٩٣٥ ملم^{٢}) في التربة الموضوعة داخل وعاء خاص وبمعدل ثابت الى القوة اللازمة لحصول نفس الاختراق في داخل عينة قياسيه محدوله من مسحوق الصخر . ان هذه النسبة يتم تحديدها عند اختراق (٢،٥ ملم ، ٥،٠ ملم) ويتم استخدام أعلى قيمة .

$$CBR = (\text{القوة المقاسة} / \text{القوة القياسية}) \times 100\%$$

أهمية فحص الـ CBR :

١ -معرفة تحمل التربة للأثقال بعد انضغاطها مختبريا .

٢ -تحديد سمك طبقات التبليط للطرق والمطارات فوق طبقة الـ subgrade .

٣ -معرفة مقدار فقدان قوة تحمل الطريق نتيجة تشبع طبقات تربة أساس الطريق بالماء الناتج عن الإمطار أو الفيضانات أو صعود المياه الجوفية .

٤ -يعطي هذا الفحص مؤشرا لتحمل التربة ومؤشرا غير مباشر لمقاومة القص للتربة .

ما هي القوى القياسية المعتمدة لتحديد نسبة التحمل الكاليفورني عند اختراق ٢،٥ و ٥ ملم ؟

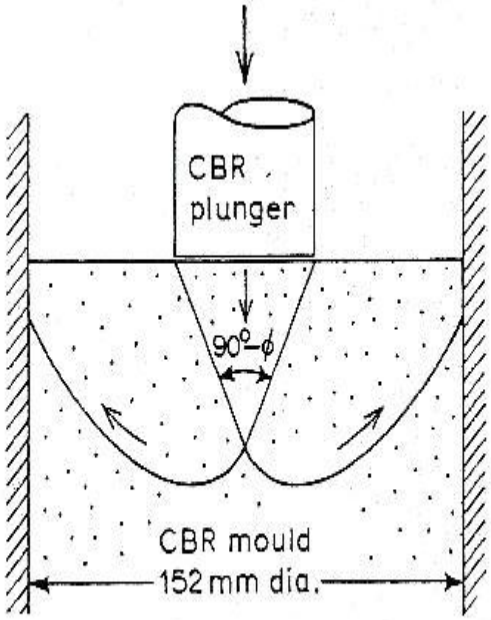
لقد بينت المواصفات الامريكية والبريطانية القوى القياسية المعتمدة لتحديد نسبة التحمل الكاليفورني عند اختراق ٢،٥ و ٥ ملم و كما مبين في الجدول التالي :

الضغط (lb/in^2)	القوة		الاختراق	
	KN	lbf	mm	in
–	11.5	–	2	–
1000	13.24	3000	2.5	0.1
–	17.6	–	4	–
1500	19.96	4500	5	0.2
–	22.2	–	6	–
–	26.3	–	8	–
–	30.3	–	10	–
–	33.5	–	12	–

العلاقة بين القوى القياسية والاختراق لفحوصات الـ (CBR)

بين تخطيطيا الميكانيكية الافتراضية لفشل التربة المرصوصة في القالب الـ CBR تحت الغطاس (piston) لفحص التحمل الكاليفورني ؟

عند تسليط القوى اللازمة لحصول الاختراق المحدد بموجب المواصفات في قالب فحص الـ CBR فان الميكانيكية الافتراضية لفشل التربة يكون كما مبين في المخطط :



قارن بين الطريقة الأمريكية و الطريقة البريطانية في فحص نسبة التحمل الكاليفورني .

هناك عدة فروقات بين الطريقة البريطانية والطريقة الامريكية عند اجراء فحص نسبة التحمل الكاليفورني وكما مبين لاحقا :

وجه المقارنة	الطريقة البريطانية	الطريقة الامريكية
المواصفة المعتمدة	BS1377- 4 : 1990	AASHTO T193 , ASTM D1883
عدد قوالب الفحص	قالب واحد	ثلاثة قوالب
ايجاد نسبة الـ CBR	عند حدل ١٠٠٪ فقط	عند اية نسبة للحدل (٩٥ – ١٠٠ ٪)
ملائمة الطريقة	للترب التي لايزيد فيها نسبة المتوقف على منخل قياس ٢٠ ملم عن ٢٥ ٪ .	للترب التي لا يزيد فيها نسبة المتوقف على منخل قياس ١٩ ملم عن ٣٠ ٪ .
سرعة جهاز الفحص	١ ملم / دقيقة .	١،٢٧ ملم / دقيقة .
اتجاه فحص النموذج	يتم الفحص من جهة السطح الاعلى او الاسفل او كلاهما .	يتم الفحص من جهة السطح الاعلى فقط .
طرق تهيئة العينات	٦ طرق	طريقة واحدة
طرق رص العينات	الرص الديناميكي dynamic او الرص الساكن Static.	الرص الديناميكي (dynamic) باستخدام المطرقة اليدوية او الميكانيكية .

ما هو الفرق بين تهيئة عينات فحص الـ CBR بالطريقة الامريكية والطريقة البريطانية ؟

هناك جملة من الفروقات بين طريقة تهيئة عينات قوالب فحص التحمل الكاليفورني بموجب المواصفة البريطانية والامريكية وكما مبين لاحقا :

وجه المقارنة	الطريقة الامريكية	الطريقة البريطانية
المواصفة المعتمدة	AASHTO T193 ، ASTM D1883	BS1377-1:1990 .
ملائمة الطريقة	لاتصلح عندما يكون نسبة المتوقف على منخل ١٩ ملم اكثر من ٣٠ ٪ .	لاتصلح عندما يكون نسبة المتوقف على منخل ٢٠ ملم اكثر من ٢٥ ٪ .
كيفية التهيئة	في الترب المتماسكة التي لا تحتوي على مواد خشنة يتم امرار التربة من منخل قياس ٤،٧٥ ملم . في الترب التي تحتوي مواد خشنة يتم غربلة عينة الفحص على منخل قياس ١٩ ملم والمتوقف من هذه العينة يتم تعويضة بنفس الوزن ومن نفس النوعية بمواد ماره من منخل ١٩ ملم ومتوقفة على منخل قياس ٤،٧٥ ملم .	يتم اهمال المواد المتوقفة على منخل ٢٠ ملم واستخدام المواد الماره من هذه المنخل دون اجراء عملية التعويض .

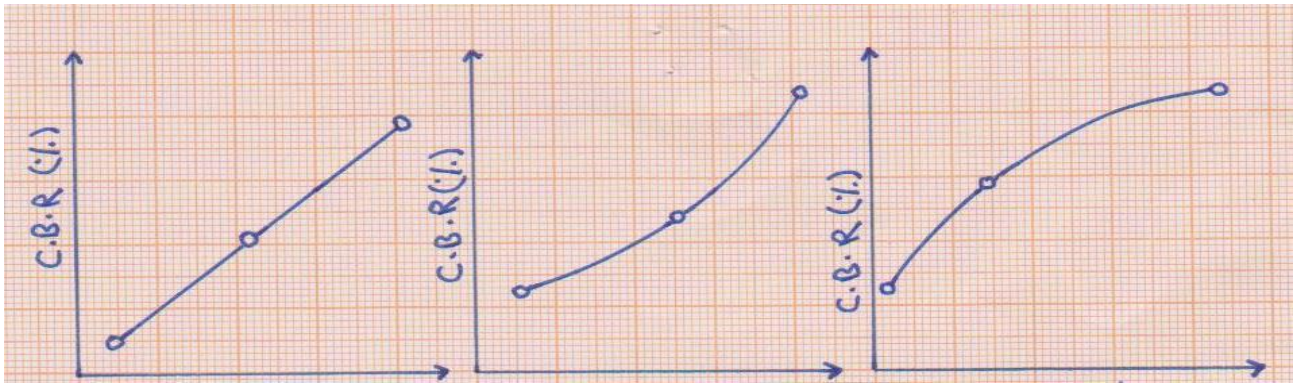
ما هي الأشكال المحتملة للعلاقة بين (الكثافة الجافة – التحمل الكاليفورني) والتي يتم الحصول عليها بموجب الطريقة الأمريكية ASTM ، AASHTO للقوالب الثلاثة ؟

هناك ثلاثة احتمالات لشكل العلاقة بين الكثافة الجافة والتحمل الكاليفورني والناتجة عن فحص القوالب الثلاثة ذات نسب الحدل المختلفة :

١- علاقة خطية .

٢- منحني مقعر للأسفل .

٣- منحني محدب للأعلى .



الكثافة الجافة (غم / سم^{٣}) **الكثافة الجافة (غم / سم^{٣})** **الكثافة الجافة (غم / سم^{٣})**

العلاقات المحتملة بين الكثافة الجافة ونسبة التحمل الكاليفورني

هل ان المواصفة الأمريكية AASHTO T193 تعطي إمكانية طرق قالب واحد لفحص الـ CBR عندما يتطلب أجراء الفحص عند حدل ١٠٠ ٪ ؟

نعم : ان المواصفة الأمريكية AASHTO T193 تعطي إمكانية طرق قالب واحد لفحص الـ CBR عندما يتطلب أجراء الفحص عند حدل ١٠٠ ٪ .

ما أهمية فحص الانتفاخ للتربة المستخدمة في أعمال الطرق ، وكيف يتم تحديده مختبريا ؟

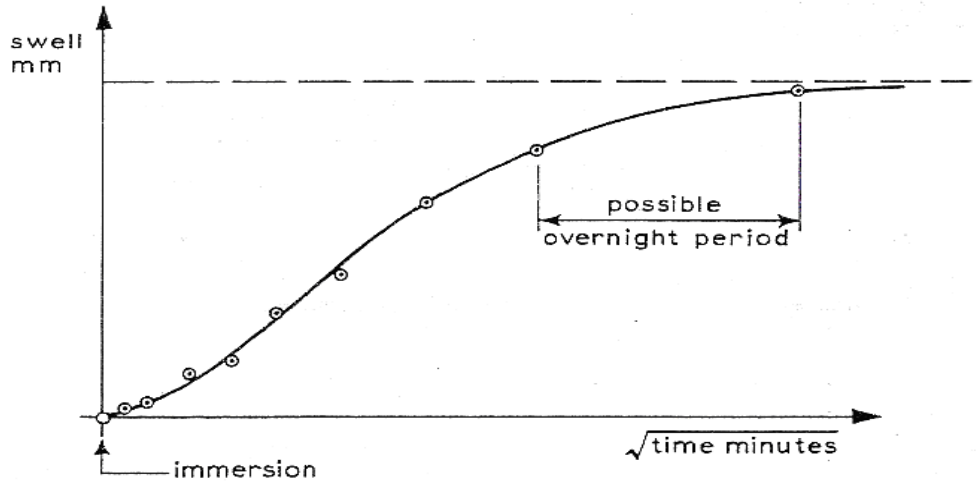
ان فحص الانتفاخ يعطي فكرة فيما اذا كانت التربة من الترب المنتفخة عند تعرضها للرطوبة وذلك لغرض اخذ ذلك بنظر الاعتبار عند استخدام تلك الترب أو استبدالها بتربة مطابقة للمواصفات الهندسية من اجل تلافي الأضرار التي قد تنشأ من انتفاخ التربة وتأثير ذلك على طبقات التبليط .

يتم تحديد الانتفاخ من خلال معرفة التغير في طول النموذج خلال فترة الغمر بالماء وذلك بأخذ القراءة الابتدائية لمقياس الانتفاخ عند بداية الغمر والقراءة النهائية عند نهاية الغمر ، وتكون نسبة الانتفاخ كالاتي :

النسبة المئوية للانتفاخ = {(القراءة النهائية – القراءة الابتدائية) / طول النموذج الأصلي } ×١٠٠ .

كيف يتم الاستدلال عن اكتمال الانتفاخ للترب عند فحصها مختبريا ؟

يمكن الاستدلال عن اكتمال الانتفاخ للترب من خلال رسم علاقة بيانية بين الانتفاخ والزمن أو الجذر التربيعي للزمن حيث يعتبر الانتفاخ مكتملا فعليا عندما يكون المنحني مسطحا وكما في الشكل .



ان النموذج الذي يتم تهيئته في المختبر سواء كان بالطريقة (static) أو (dynamic) ليس من الضروري ان يعطي نفس قيمة الـ (CBR) التي يتم الحصول عليها في الموقع أو التي تجرى على العينات غير المشوشة المحدولة في الموقع والمأخوذة بعد الحدل لنفس الكثافة ومحتوى الرطوبة ، بين الأسباب التي يمكن ان تؤدي الى ذلك ؟

ان النموذج الذي يتم تهيئته في المختبر سواء كان بطريقة الضغط (static) أو الحدل (dynamic) ليس من الضروري ان يعطي نفس قيمة الـ (CBR) التي يتم الحصول عليها في الموقع أو التي تجرى على العينات غير المشوشة المحدولة في الموقع والمأخوذة بعد الحدل لنفس الكثافة ومحتوى الرطوبة وهذا يرجع لعدة أسباب :-

١ -ان توزيع الكثافات ضمن طبقة التربة في الموقع لا يشابه ذلك التوزيع للنموذج المرصوصة مختبريا .

٢ -تغيرات في الرطوبة يمكن ان تحصل بسرعة على الطبقات المنشأة المكشوفة في الموقع .

٣ -ان الفحص يفرض كشرط ان يكون النموذج داخل قالب ذو حافة (جوانب) مقيدة وهذا غير متوفر في الحقل ، وهذا التأثير يتغير حسب نوع التربة :

أ -في الترب الطينية الثقيلة غير المشبعة فان القالب يكون عادة تأثيره قليل .

ب -في الترب المتماسكة القريبة من الإشباع تكون قيمة الـ (CBR) الذي يتم الحصول عليها في الفحص المختبري اقل مما هو في الحقل .

ت -في الترب الحبيبية فان الاحتكاك الإضافي الناتج عن انحصار العمل داخل القالب يعطي قيم عالية كثيرا في المختبر عما هو في الموقع .

٤- هناك اختلافات بين الإجراءات المتبعة لتهيئة نماذج الفحص المختبري بالنسبة للطرق الثلاثة المتبعة عند اجراء الفحص (static , dynamic , vibration) . اذا كانت طرق تهيئة النماذج مختلفة فمن الخطأ المقارنة بين قيم الـ (CBR) الناتج عنها . ان إعادة الحدل في المختبر يؤدي الى تحطم البناء النسيجي للتربة الطينية .

٥ -ان مقاومة الترب المتماسكة المعاد قولبتها في اغلب الأحيان اقل من الترب غير المشوشة . ان فحص الـ (CBR) الذي يجري في المختبر بإتباع الخطوات القياسية يستخدم للإغراض التصميمية .

ما هي الأمور الواجب اتخاذها عند انشاء التعليات الترابية فوق تبليط سابق ؟

أولا – اذا كان عمق التعلية الترابية اكبر من متر : يتم تخديش التبليط السابق الى عمق لا يقل عن ١٥ سم وتفتيته بحيث يتم ربط وتداخل مواد الاملائيات مع السطح القديم .

ثانيا – اذا كان عمق التعلية الترابية اقل من متر : يتم رفع التبليط السابق كليا وأبعاده عن جسم الطريق .

ما هو سمك الطبقات الترابية التي يتم إنشاؤها بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

حددت المواصفات العامة للطرق والجسور (R5) ان يتم حدل طبقات الاملائيات الترابية على شكل طبقات لا يزيد سمكها عن ٢٥ سم .

ما هي الملاحظات الواجب أخذها بنظر الاعتبار عند تنفيذ الأعمال الترابية المتعلقة بإنشاء الطرق ؟

هناك بعض الملاحظات الواجب اخذها بنظر الاعتبار عند تنفيذ الاعمال الترابية لاغراض انشاء الطرق ومنها :

١– في حالة عدم وجود أعمال دفن وعندما يكون فرش طبقة الحصى الخابط مباشرة فوق طبقة الأرض الطبيعية في هذه الحالة تعتبر طبقة (الأرض الطبيعية) جزء من طبقات التبليط الحاملة للإثقال وعليه يتم التعامل معها كأنها طبقة ترابية نهائية (Subgrade) من ناحية المواصفات المطلوبة وليس كأرض طبيعية .

٢– في حالة انشاء طريق فوق سدة ترابية قديمة ففي هذه الحالة لايتم التعامل مع الطبقة النهائية الموجودة على أساس انها طبقة طبيعية .

٣– ضرورة الإسراع بتغطية الطبقة النهائية بعد إكمال حدلها بطبقة من الحصى الخابط للمحافظة عليها من تأثير الجفاف وتشويشها نتيجة مرور المركبات عليها .

كيف يتم قياس الانحراف للسطوح الترابية النهائية بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور وما هي الحدود المسموحة لتلك الانحرافات ؟

تقاس الانحرافات للسطوح الترابية النهائية باستخدام مسطرة بطول (٣) م ويجب ان لا يتجاوز قياس أعمق نقاط الانحراف عن المسطرة كما مبين في الجدول التالي :

جزء الطريق	السطح النهائي	الميول الجانبية	الاكتاف
الانحراف(حد اعلى)	٣	١٠	٣

اثبت ان طاقة الحدل المسلطة بطريقة بروكتر المعدل هي بمقدار ٤،٥٦ مرة بقدر الطاقة المسلط بطريقة بروكتر القياسي

من اجل اثبات هذه العلاقة يتم الرجوع الى خواص طريقة الفحص في كلا الطريقتين والمبينة في الجدول لاحقا :

الخاصية	بروكتر القياسي	بروكتر المعدل
وزن المطرقة (باوند)	٥،٥	١٠
ارتفاع السقوط (قدم)	١	١،٥
عدد الضربات لكل طبقة	٢٥	٥٦
عدد الطبقات	٣	٥
حجم القالب (قدم مكعب)	٠،٠٣٣٣	٠،٠٧١٣٥

طاقة الحدل = (وزن المطرقة × ارتفاع السقوط × عدد الضربات لكل طبقة × عدد الطبقات) / حجم القالب

اولا : طاقة الحدل في البروكتر القياسي = (٥،٥ × ١ ×٢٥ × ٣) / ٠،٠٣٣٣ = ١٢٣٨٧

ثانيا : طاقة الحدل في البروكتر المعدل = (١٠ × ١،٥ ×٥٦ × ٥) / ٠،٠٧١٣٥ = ٥٨٩٠٦

١٢٣٨٧ : ٥٨٩٠٦ = ١ : ٤،٥٦

ما انواع الارصفة التي يتم انشاؤها ضمن مسارات الطرق ؟

تصنف الهيئة العامة للطرق والجسور الارصفة التي يتم انشاؤها ضمن مسارات الطرق وبموجب ما جاء في المصدر (Hieghway Design Manual) لعام ٢٠٠٥ الى ما يلي :

١- ارصفة الحواجز (Barrier Curbs) : وتكون مرتفعة نسبيا وذات وجه حاد تصمم لمنع او على الاقل اعاقة المركبات من الخروج من التبليط ، يكون ارتفاع هذا النوع من الارصفة من ١٥ سم الى ٢٥ سم .

٢- ارصفة (Mountable Curbs) : يصمم هذا النوع من الارصفة بحيث يكون من السهولة عبوره اذا تطلب ذلك ، وتكون ذات ارتفاع اقل بالمقارنة مع النوع الاول كما ان وجه الرصيف يكون مائل .

ما اهمية الارصفة التي يتم انشاؤها ضمن مسارات الطرق ؟

تستخدم الارصفة في كل انواع الطرق الحضرية لغرض :

١- السيطرة على تصريف الماء .

٢- منع المركبات من الخروج عن الطريق وخاصة في المناطق الخطرة مثل الجسور والاقواس الحادة .

٣- حماية المشاة .

٤ -تحديد حافة التبليط .

٥ -اعطاء انهاء اكثر للتبليط و يساعد في التطوير المنظم على الطريق .

كيف يتم تحديد ارتفاع الحجر المستخدم في اعمال تكسية جوانب السدة الترابية في المناطق المجاورة لمجرى مائي ، وما هي الامور الواجب اخذها بنظر الاعتبار عند تحديد هذا الارتفاع ؟

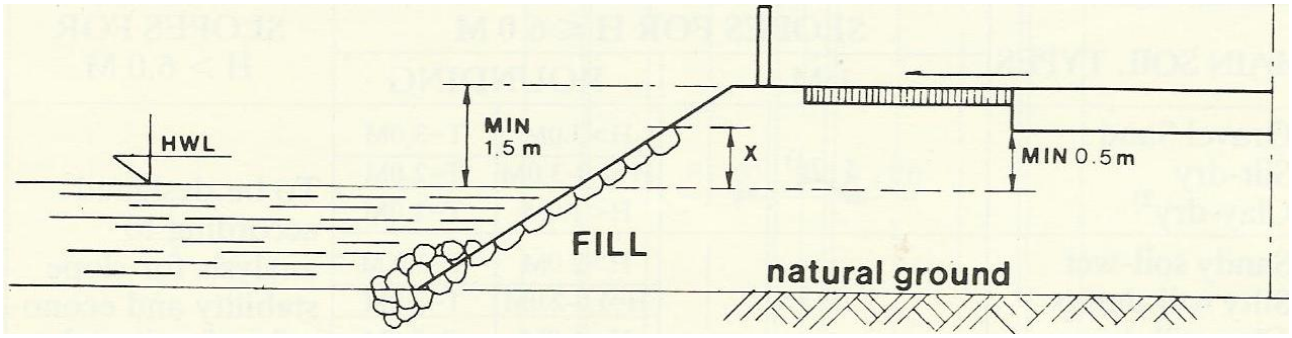
لقد بين المصدر (Hieghway Design Manual) لعام ٢٠٠٥ والصادر عن الهيئة العامة للطرق والجسور الى امكانية تحديد ارتفاع الحجر المستخدم في اعمال تكسية جوانب السدة الترابية في المناطق المجاورة لمجرى مائي وكما مبين في الشكل ادناه ، كما توجد هناك عدة عوامل يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار عند تحديد هذا الارتفاع ومنها :

١- سرعة الماء في مجرى النهر .

٢- عمق الماء .

٣- اعلى منسوب للماء يمكن ان يصل اليه (HWL) .

٤- ارتفاع الامواج .



HWL : اعلى منسوب للماء .

X : ارتفاع الحجر المثبت يجب ان يكون على الاقل ٠،٥ م فوق HWL او فوق اعلى ارتفاع متوقع للموج .

في بعض الحالات يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار سرعة الماء و مدة الـ HWL و ارتفاع الموج .

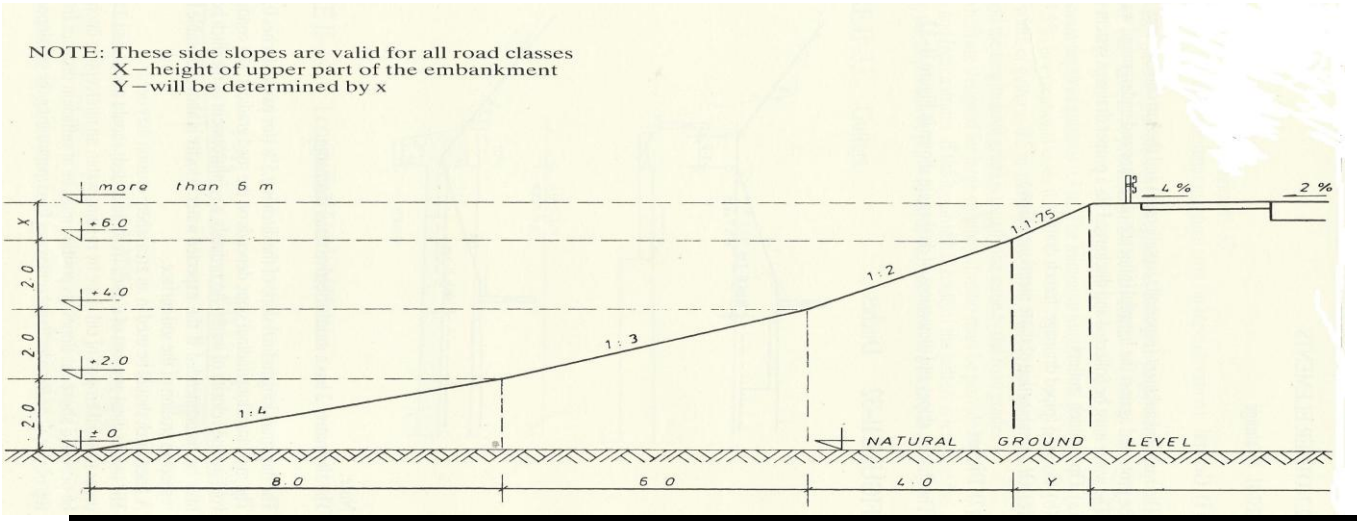
كيف تتم عمليات الحدل اسفل المياه ؟

في حالة وجود جزء من الطريق اسفل المياه يجب استخدام تربة ذات حبيبات خشنة او ركام صخري مقاوم للعوامل الجوية كطبقة ردم وفي حالة كون السدة الترابية يقل ارتفاعها عن ١،٥ م اعلى منسوب سطح الماء فيتم الحدل باستعمال حادلات ثقيلة بحيث يصل تأثير الحدل الى مسافة لاتقل عن ١ م اسفل منسوب سطح المياه . وفي الحالات التي يتوقع فيها ارتفاع منسوب المياه الجوفية يجب وضع طبقة ترشيح من مواد متدرجة وذلك لمنع ارتفاع المياه بالخاصية الشعرية .

بين كيفية تحديد الـ (side slopes) للطرق بموجب تصاميم الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

لقد بين المصدر (Hieghway Design Manual) لعام ٢٠٠٥ والصادر عن الهيئة العامة للطرق والجسور الى امكانية تحديد الميول الجانبية للطريق (side slopes) تبعا لارتفاع الطريق عن منسوب الارض الطبيعية وكما مبين لاحقا :

ارتفاع الطريق عن الارض الطبيعية (متر)	الميل الجانبي (٪)
لحد ٢ م	١ : ٤
لحد ٤ م	١ : ٣
لحد ٦ م	١ : ٢
اكثر من ٦ م	١ : ١،٧٥



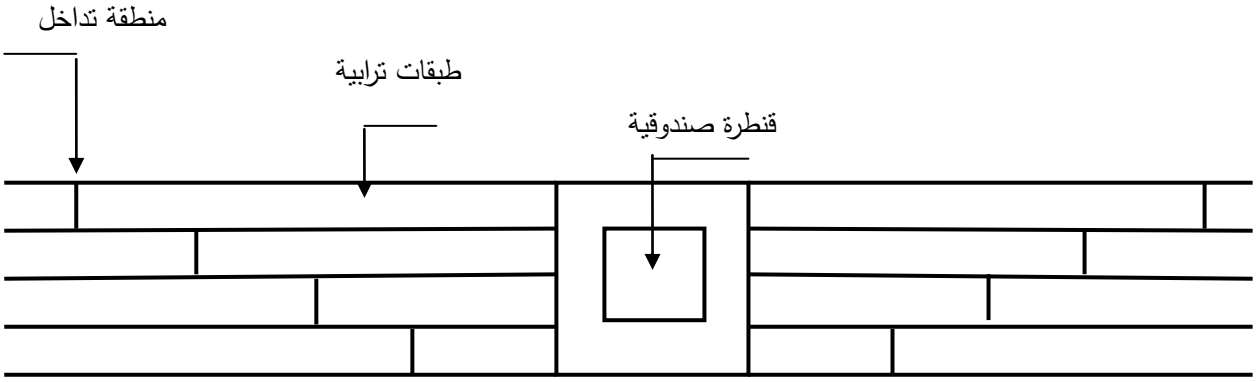
على ماذا يعتمد اختيار الـ (cross slope) للطريق بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

لقد بين المصدر (Hieghway Design Manual) لعام ٢٠٠٥ والصادر عن الهيئة العامة للطرق والجسور ان اختيار الـ (cross slope) للطريق يعتمد على نوع التبليط وعلى العرض الكلي للمساحة المبلطة المراد تصريف الماء عنها ، ولاحقا بعض القيم لـ (cross slope) لانواع مختلفة من الطرق :

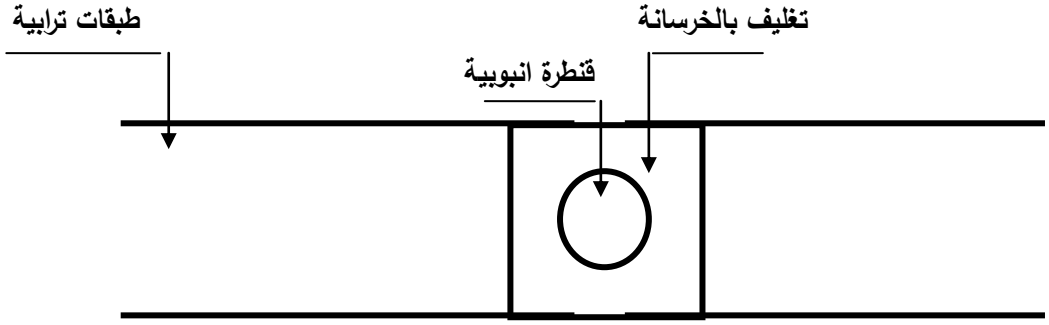
ت	نوع التبليط	cross slope
١-	السطوح المثبتة مثل الطرق الحصوية .	٣٪
٢-	السطوح المعالجة بالاسفلت .	٢،٥ – ٣ ٪ للعرض
٣-	فرشات المكدام الاسفلتي .	٢،٥ ٪ للمساحة المراد التصريف لها
٤-	تبليط بالكتل الحجرية .	٢،٥ ٪
٥-	الخرسانة الاسفلتية .	١،٥ ٪
٦-	طرق الخرسانة الاسمنتية .	١،٥ ٪

كيف يتم تنفيذ الأعمال الترابية على جانبي القنطرة الصندوقية و الأنبوبية ؟

اولا – القناطر الصندوقية : بعد اكمال انشاء القنطرة الصندوقية يتم دفن جوانب القنطرة بمواد صالحة للدفن وعلى شكل طبقات وبشكل متداخل مع طبقات جسم الطريق الرئيسي وكما مبين في الشكل .



ثانيا– القناطر الانبوبية : يتم المباشرة بانشاء القنطرة الانبوبية بعد اكمال الاعمال الترابية للطريق حيث يتم حفر مقطع القنطرة باستخدام الحفارة بحيث تكون جوانب الحفر عمودية ويكون عرض الحفر مساويا الى (القطر الخارجي للانبوب + سمك الغطاء الخرساني من الجهتين) .



ما هي مواصفات مواد الاساس التي يتم فرشها تحت الانابيب الخرسانية المسلحة وغير المسلحة بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

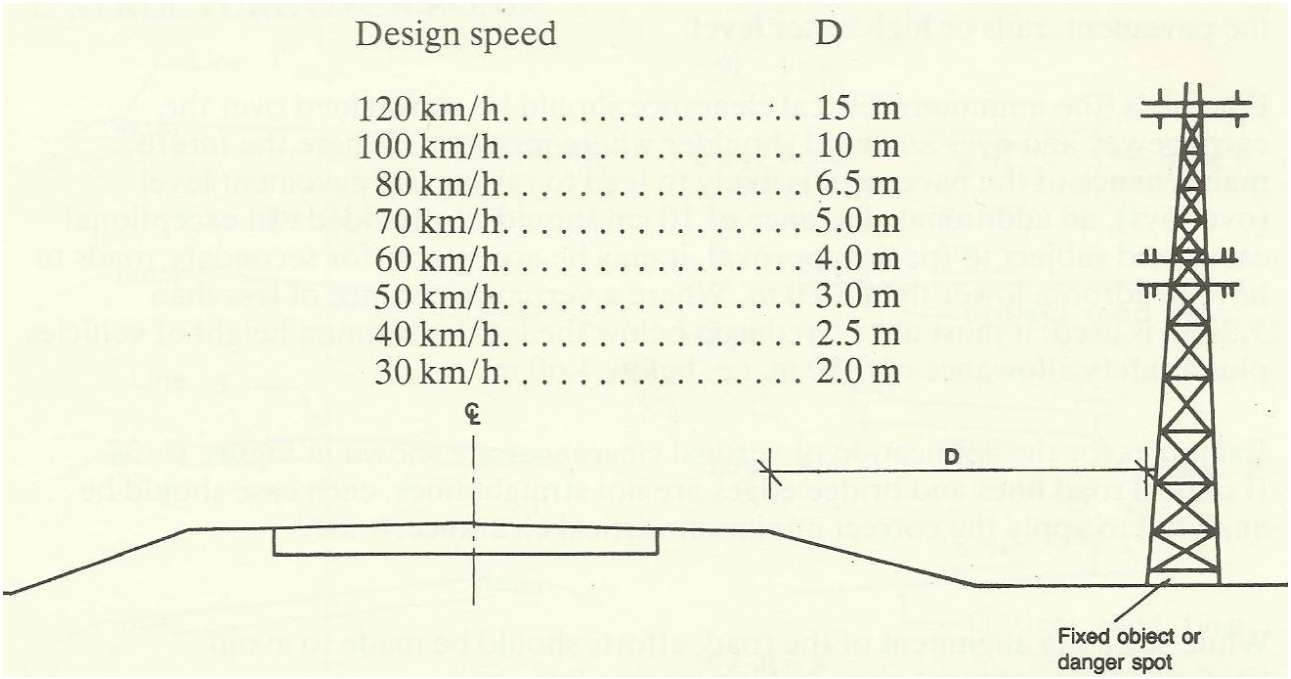
لقد بينت المواصفات العامة للطرق والجسور R3 مواصفات المواد التي يمكن فرشها كأساس تحت الانابيب الخرسانية المسلحة وغير المسلحة وكما مبين في الجدول لاحقا :

ت	حجم المنخل (ملم)	نسبة المار وزنا (٪)
١–	٣٧،٥	١٠٠
٢–	١٩	١٠٠ – ٩٥

ما هي الاماكن التي يمكن ان توضع فيها حواجز الحماية على مسارات الطرق ؟

١- عند الاملائيات الترابية ذات الميول الجانبية الشديدة الاكثر من ١ : ٤ والتي يزيد فيها الارتفاع عن ٣ م .

٢- عندما تكون المسافة (D) للاجسام الثابتة او الاماكن الخطرة اقل من الحد الادنى للمسافات المبين لاحقا :



٣- على طول الانهر والبحيرات اذا كانت المسافة بين الطريق واقرب حافة مائية اقل مما مبين انفا و بشكل عام فان تلك المسافة يجب ان تكون على الاقل ١٠ م .

٤- في بعض الاماكن الخاصة التي تتطلب انشاء مثل هذه المنشأت .

ما هو الحد الادنى للمسافة العمودية للجسور والعوائق الاخرى فوق الطرق وسكك الحديد والانهر بموجب تصاميم الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

لقد بين المصدر (Hieghway Design Manual) لعام ٢٠٠٥ والصادر عن الهيئة العامة للطرق والجسور الحد الادنى للمسافة العمودية للجسور والعوائق الاخرى فوق الطرق وسكك الحديد والانهر وكما مبين لاحقا :

ت	عندما يكون العائق فوق ما يلي	الحد الادنى لصافي المسافة العمودية (م)
١-	طريق للمركبات	٥،٢٠
٢-	طريق للمشاة	٢،٥٠
٣-	سكة حديد	٦،٥٠
٤-	الانهر :المجموعة ١ : نهري دجلة والفرات	٦،٢٥
٥-	المجموعة ٢ : ديالى ، الغراف ، المجر الكبير ، شط الحلة ، الشامية ، الصويرة ، القادسية	٣،٥٠
٦ -	المجموعة ٣ : الكحلاء ، المشرح ، البتيره ، البحيرة .	٢،٥٠
٧ -	المنشات الاخرى	١،٥٠

الفصل الثانى

اعمال الحصى الخابط

ما هي المواصفات المعتمدة عند تنفيذ أعمال الحصى الخابط للطرق ؟

لكل مشروع مواصفات تحددها المتطلبات والمخططات لذلك المشروع ، في العراق يتم اعتماد المواصفات الصادرة عن الهيئة العامة للطرق والجسور لعام ١٩٨٣ وتعديلاتها لعام ١٩٩٩ ضمن الفصل (R6) .

ما هي المتطلبات الواجب تحقيقها للحصى الخابط المستخدم في أعمال الطرق بموجب متطلبات الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور (R6) ضمن التعديل لعام ١٩٩٩ مجموعة من المتطلبات للحصى الخابط المستخدم في اعمال الطرق لطبقة ما تحت الاساس وكما مبين في الجدول لاحقا :

ت	الفحص		متطلبات الصنف			
			A	B	C	D
١-	التدرج	٧٥	١٠٠	-	-	-
	نسبة المار من منخل قياس(ملم)	٥٠	١٠٠-٩٥	١٠٠	-	-
		٢٥	-	٩٥-٧٥	١٠٠	١٠٠
		٩,٥	٦٥-٣٠	٧٥-٤٠	٨٥-٥٠	١٠٠-٦٠
		٤,٧٥	٥٥-٢٥	٦٠-٣٠	٦٥-٣٥	٨٥-٥٠
		٢,٣٦	٤٢-١٦	٤٧-٢١	٥٢-٢٦	٧٢-٤٢
		٠,٣	١٨-٧	٢٨-١٤	٢٨-١٤	٤٢-٢٣
		٠,٠٧٥	٨-٢	١٥-٥	١٥-٥	٢٠-٥
٢-	نسبة التحمل الكاليفورني لنسبة حدل ٩٥ ٪ (C.B.R)		-	٣٥حد أدنى	٣٠حد أدنى	٢٠حد أدنى
٣-	حد السيولة (٪)		٢٥ حد أعلى (للأكتاف ٣٥ حد أعلى)			
٤-	مؤشر اللدونه (٪)		٦ حد أعلى (للأكتاف ٤-٩)			
٥-	نسبة المواد العضوية (٪)		٢ حد أعلى			
٦-	نسبة التآكل الميكانيكي (٪)		٤٥ حد أعلى			
٧-	نسبة الكبريتات على شكل (SO_3) (٪)		٥ حد أعلى			
٨-	نسبة الجبس على شكل $CaSO_4 .2H_2O$ (٪)		١٠,٧٥ حد أعلى			
٩-	نسبة الأملاح الذائبة الكلية بتخفيف (١:٥٠) (٪)		١٠ حد أعلى			

ما هي مجالات استخدام الحصى الخابط صنف D بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور وهل يجوز استخدامه تحت أرضية المماشي ؟

لقد بينت المواصفات العامة للطرق والجسور R6 الفقرة (R6-2) من التعديل لعام ١٩٩٩ الى إمكانية استخدام الحصى الخابط صنف D لأساس اكتاف الطريق أو كبديل للتربة الغير المستقرة .

ما هو اساس طريقة مخروط الرمل Sand cone method لقياس حجم التربة ؟

ان المواصفة المعتدة للفحص هي AASHTO T191 ، ASTM D1556 . حيث ان الاساس الذي تعتمد عليه هذه الطريقة في قياس حجم التربة هو مليء الحفرة الذي اخذ منها نموذج التربة برمل معلوم الكثافة وحساب وزن هذا الرمل ولهذا السبب يطلق عليها احيانا طريقة الفحص بالرمل المزاح (sand displacement) لانها تعتمد على وزن الرمل المزاح في حساب حجم حفرة الفحص و يستعمل في هذه الطريقة جهاز هو عبارة عن علبة اسطوانية شفافة ذات فوهة مسننة مثبت على فوهتها مخروط (قمع) معدني ذو ابعاد قياسية .

يحتوي المخروط في منطقة اتصاله بالعلبة على فتحة ذات قطر محدد (١٢،٧ ملم) كما يسمح بانسياب الرمل من العلبة الى حفرة الفحص بسرعة معينة للمحافظة على كثافة ثابتة عند ملئه للحفرة .

بين ملائمة طرق الفحص المبينة لاحقا لفحص الكثافة الموقعية لطبقة الحصى الخابط والحصى المكسر مع بيان االسبب : الاسطوانة القاطعة ، القمع الرملي ، البالون المطاطي ، الطريقة الذرية .

الجدول المبين لاحقا يبين طرق الفحص للكثافة الموقعية ومدى ملائمتها لاعمال الحصى الخابط :

طريقة الفحص	تقويم الطريقة	السبب
الاسطوانة القاطعة	غير ملائمة	عدم استقرار التربة الحبيبية داخل الاسطوانة وتعرض الحافات القاطعة للثلم عند ادخالها في التربة
القمع الرملي	ملائمة	.....
البالون المطاطي	غير ملائمة	تعرض البالون للتمزق عند ملامسته للحبيبات الناتجة عن كسر الاحجار .
الطريقة الذرية	ملائمة	.....

ما هي مواصفات الرمل القياسي المستخدم في فحص الكثافة الموقعية بطريقة القمع الرملي بموجب المواصفة الامريكية ASTM D1556-00 ؟

حددت المواصفة الامريكية ASTM D 1556 المواصفات الخاصة بالرمل القياسي :

١- ان يكون نظيف ، جاف ، منتظم الكثافة .

٢- لايحتوي على المواد السمنتية .

٣- له معامل انتظام (Cu=D60/D10) اقل من (٢) واكبر جزيء ذو حجم اقل من (٢ ملم) .

٤- نسبة العابر من منخل رقم ٦٠ يجب ان يكون اقل من ٣٪ .

وتذكر معظم المصادر الى استعمال رمل اوتاوا (Ottawa Sand) لهذا الغرض كون رمل منطقة اوتاوا مطابق الى حد كبير للمواصفات المطلوبة غير ان ذلك لا يعني الاقتصار عليه فبالامكان استعمال أي رمل يفي بالمواصفات المبينة انفا.

ما هي الملاحظات الواجب أخذها بنظر الاعتبار عند تنفيذ أعمال الحصى الخابط لإغراض انشاء الطرق ؟

هناك مجموعة من الملاحظات الواجب أخذها بنظر الاعتبار عند تنفيذ أعمال الحصى الخابط لإغراض انشاء الطرق ومنها :

١ - عدم فرش مواد الحصى الخابط في حالة كون درجة الحرارة منخفضة الى ٣م° أو اقل .

٢ - ضرورة ان تكون الأكداس متجانسة (عدم وجود تباين في مصدر التجهيز) عند أجراء الفحص عليها .

٣ - يجب ان لايزيد سمك طبقة الحصى الخابط المفروش عن (٢٠سم) وفي حالة كون الطبقة المطلوبة بموجب المخططات الخاصة بالمشروع اكثر من (٢٠) سم يتم تجزئة الطبقة الى جزئين أو اكثر من الطبقات بسمك متساوي لكل طبقة بالاعتماد على معدات الحدل المتوفرة ويتم فرش وحدل كل طبقة على حده .

٤ - ضرورة حدل الطبقة الى كثافة موقعية لاتقل عن ٩٥٪ من الكثافة العظمى الجافة المحضرة بموجب الطريقة AASHTO T80 او المواصفة ASTM D1557 .

٥ - يجب ان تكون طبقة الحصى الخابط مستوية ومنتظمة وموازية للسطح النهائي للطريق ولايزيد الانحراف عن (٢سم) عن الفحص بمسطرة ٤ م .

٦ - ضرورة حماية طبقة الحصى الخابط من الظروف الخارجية برش طبقة من البرايم كوت فوقها .

هل يمكن اعتماد نتائج فحص التآكل الميكانيكي لغرض المقارنة بين مصادر الركام لبيان الاختلاف في الأصل والتركيب أو البنية ؟

لقد بينت المواصفات الأمريكية ASTM C131-2003 ، ASTM C535-2003 الى عدم إمكانية اعتماد نتائج فحص التآكل الميكانيكي لإجراء مقارنات صحيحة بين مصادر الركام لغرض بيان الاختلاف في الأصل والتركيب أو البنية . كما يمكن اعتماد هذه النتائج كمؤشر لنوعية ركام نفس المصدر أو كفاءة المصادر المتنوعة التي لها تركيب معدني متشابه .

ما هو الفرق بين فحص الـ CBR الموقعي و المختبري ؟

لقد بينت المواصفات الامريكية والبريطانية جملة من الفروقات بين طريقة فحص الـ CBR الموقعي والمختبري وكما مبين لاحقا :

وجه المقارنة	فحص الـ CBR الموقعي	فحص الـ CBR المختبري
مواصفة الفحص	ASTM D4429، BS1377-9:1990	ASTM D1883، BS1377- 4:1990 ASHTO T193
طريقة الفحص	يتم اجراء الفحص موقعيا على سطح الطبقة مباشرة باستخدام معدات خاصة يتم تثبيتها على مركبة متنقلة يتم استخدامها لهذا الغرض .	يتم تهيئة عينات مختبريا وطرقها بقوالب خاصة في المختبر وتحت ظروف مختبرية تحددها المواصفات .
اهمية الفحص	يعتمد كطريقة سريعة لتقويم انتظامية السطح وكذلك تقويم المادة المرصوصة التي يتم فحصها .	تحديد سمك طبقات التبليط اللازمة لتحمل الاثقال المحورية العاملة على الطريق .

بين التقريب المسموح لنتائج الفحوصات التالية بموجب المواصفات المشار اليها .

لقد حددت مواصفات الـ AASHTO الى ضرورة تقريب نتائج الفحوص المختبرية المشار اليها في الجدول ، كما ان لهذا التقريب اهمية كبيرة في تقويم النتائج وتحديد مدى مطابقتها او انحرافها عن المواصفات .

ت	الفحص	المواصفة المعتمدة	التقريب
١-	حد السيولة (٪)	AASHTO T89	لاقرب عدد صحيح
٢-	مؤشر اللدونة (٪)	AASHTO T90	لأقرب عدد صحيح
٣-	الكثافة العظمى (غم / سم^{٣})	AASHTO T180	لأقرب ١٠ كغم / م^{٣}
٤-	نسبة المار من المناخل الناعمة والخشنة عدا منخل رقم ٢٠٠	AASHTO T27	لأقرب عدد صحيح
٥-	نسبة المار من منخل رقم ٢٠٠ اذا كانت اقل من ١٠ ٪	AASHTO T27	لأقرب ٠،١ ٪
٦-	نسبة المار من منخل رقم ٢٠٠ اذا كانت اكثر من ١٠ ٪	AASHTO T27	لأقرب عدد صحيح
٧-	الرطوبة المثلى (٪)	AASHTO T180	لأقرب عدد صحيح

عرف مؤشر اللدونة ، وما هي الصيغة الرياضية لتحديده ؟

مؤشر اللدونة : هو مدى محتوى الرطوبة الذي تبقى فيه التربة في الحالة اللدنة ، أي انه يمثل الفرق بين اعلى واوطأ نسبة للماء تبقى ضمنها التربة في حالة اللدونة وعليه فان مؤشر اللدونة يساوي عدديا الفرق بين حد السيولة و حد اللدونة .

مؤشر اللدونة = حد السيولة – حد اللدونة

ما المقصود بـ حد السيولة (Liquid Limit) و حد اللدونة (PlasticLimit) كما عرفه :
١- اتربرك ٢- كاسا كراندي

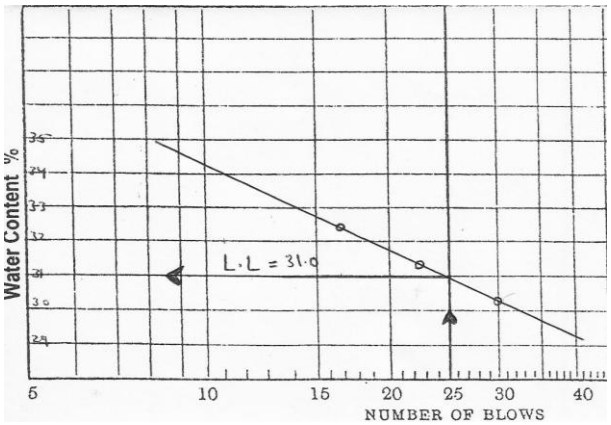
الخاصية	بموجب تعريف اتربرك	بموجب تعريف كاسا كراندي
حد السيولة	هو نسبة الماء التي تكون فيها التربة على شكل سائل لزج لا يمتلك اية مقاومة واذا قلت نسبة الماء عن ذلك المقدار اصبحت التربة لدنة .	هو الحد الادنى لمحتوى الماء الذي عنده تسيل التربة لغلق اخدود قياسي الابعاد (١٣ ملم) تحت تأثير ٢٥ ضربة في جهاز قياس حد السيولة بحيث تكون مسافة سقوط الاناء ١ سم وبسرعة ثابتة ٢ ضربة / ثانية .
حد اللدونة	هو المحتوى الرطوبي الذي تتحول عنده التربة من الحالة البلاستيكية الى الحالة شبه الصلبة .	هو المحتوى المائي الذي عنده تبدأ التربة بالتفتت عند دحرجتها على شكل خيط قطره ٣ ملم تقريبا فوق لوح زجاجي .

ما هي طرق تحديد حد السيولة بموجب المواصفة AASHTO T 89-2002 ؟

حددت المواصفة AASHTO T 89-2002 طريقتين لتحديد حد السيولة :

١- طريقة النقاط الثلاث : يتم تحديد ثلاث نقاط على الاقل على مقياس نصف لوغارتمي بحيث يمثل المحور السيني (لوغارتمي) عدد الضربات والمحور الصادي (مقياس اعتيادي) يمثل محتوى الرطوبة المقابلة لكل نقطة كما ان اختيار تلك النقاط يكون بموجب الجدول المبين لاحقا . يتم ربط النقاط الثلاثة بخط مستقيم ومن ثم يتم استخراج محتوى الرطوبة المقابلة لـ ٢٥ ضربة والتي تمثل حد السيولة .

رقم النقطة	المدى
الاولى	١٥ – ٢٥
الثانية	٢٠ – ٣٠
الثالثة	٢٥ – ٣٥



٢- طريقة النقطة الواحدة : لقد بينت المواصفة AASHTO T 89-2002 الى امكانية تحديد حد السيولة عند أي عدد من الضربات بالاستعانة بالمعادلة التجريبية المبينة لاحقا :

$$LL = W_N (N/25)^{0.121}$$

LL : حد السيولة المصحح لغلق الاخدود القياسي عند ٢٥ ضربة .

N : عدد الضربات اللازمة لغلق الاخدود القياسي عند محتوى رطوبة معينة .

W_N : محتوى الرطوبة .

احسب مقدار حد السيولة باعتماد طريقة النقطة الواحدة بموجب المواصفة AASHTO T 89-2002 ، اذا علمت ان عدد الضربات اللازمة لغلق الاخدود ٢٢ ضربة ومحتوى الرطوبة للتربة في مكان الاخدود ٣٤ ٪ .

$$LL = W_N (N/25)^{0.121}$$

$$LL = 34 \times (22/25)^{0.121}$$

$$= 33.5\ \%$$

ما هي الاحتمالات لقيمةمؤشر اللدونة التي يمكن الحصول عليها بموجب المواصفة AASHTO T90-2002 والى ماذا يشير ذلك ؟

بالرجوع الى العلاقة (مؤشر اللدونة = حد السيولة – حد اللدونة) نجد ان هناك ثلاثة احتمالات لقيمة دليل اللدونة :

١- مؤشر اللدونة = صفر عندما يكون حد السيولة مساويا الى حد اللدونة .

٢- مؤشر اللدونة موجب عندما يكون حد السيولة اكبر حد اللدونة .

٣- مؤشر اللدونة سالب عندما يكون حد السيولة اقا من حد اللدونة .

قيمة مؤشر اللدونة	نوعية التربة
موجبة	تربة لدنة
سالبة	تربة غير لدنة (NP)
صفر	تربة غير لدنة (NP)

ما هي الاستخدامات الهندسية لحدود اتربرك في مجال انشاء الطرق ؟

هناك مجموعة من الاستخدامات الهندسية لحدود اتربرك في مجال انشاء الطرق ومنها :

١- تصنيف الترب بموجب نظم التصنيف الحديثة .

٢- تستخدم هذه الحدود في كثير من النظريات الافتراضية لتصميم الطرق .

٣- تستخدم هذه الحدود وخاصة دليل اللدونة في وضع المواصفات الهندسية لبعض انواع المواد او اختيارها او السيطرة على خواصها من حيث استعدادها للانتفاخ او الانكماش .

٤- يمكن استعمال حد اللدونة في تقدير نسبة الرطوبة المثلى لرص التربة في اعمال الاملائيات الترابية حيث تقدر بـ ٣-٦ ٪ اقل من حد السيولة .

٥- يمكن التحري عن وجود المواد العضوية من خلال مراقبة التغيرات في حد السيولة قبل وبعد تجفيف التربة في درجة حرارة ١١٠ م°

كيف يتم معالجة الانحرافات في تدرج مواد الحصى الخابط بموجب تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

يمكن التعامل مع الانحرافات في تدرج الحصى الخابط المستخدم لاعمال الطرق بموجب كتاب الهيئة العامة للطرق والجسور ذي العدد ١٥٦٧٣ في ٢٠٠٦/١٢/١٠ والذي ينص على :

استناداً الى قرار اللجنة الاستشارية للهيئة في اجتماعها المنعقد في ٢٠٠٦/٧/٢٥ وتصديق وزارة الأعمار والإسكان / مكتب المستشار بكتابها ذي العدد ٢١٣٨٥ في ٢٠٠٦/١١/٢٠ تقرر مايلي :-

١. إلغاء تعليمات التعامل مع الانحرافات في تدرج مادة الحصى الخابط المستخدم في طبقة ماتحت الأساس وفي تثبيت الأكتاف الصادرة بموجب كتاب الهيئة ذي العدد ١١٩٦١ في ٢٠٠٦/٧/٨.

٢. يتم التعامل مع الانحرافات في تدرج مادة الحصى الخابط وفق الأسلوب الآتي :

أ -التأكيد على تلافي حصول الانحرافات قدر الإمكان قبل وقوعها وذلك بالتأكد من صلاحية مصدر المواد بأجراء فحوص تدقيقية قبل التصديق على التجهيز من المصدر .

ب -في حالة حصول انحرافات في تدرج مواد الحصى الخابط للنماذج المأخوذة من الأكداس أو من الطبقة المفروشة يمكن قبولها على ان لايزيد مجموع الانحرافات لجميع الغرابيل المطلوبة في المواصفات على ١٥٪ وان لايزيد الانحراف في الغربال الواحد على ٤٪ وان لايزيد

الانحراف في غربال رقم (٢٠٠) لوحده على ٢٪ وعلى ان تكون الخواص الأخرى للمادة مطابقة للمواصفات بما فيها نسبة التحمل الكاليفورني (CBR) وحدود اتربيرك (Atterberg Limits) مع مراعاة مايلي :

– في حالة حصول انحراف في تدرج الصنف (A) باتجاه النعومة يتم أجراء فحص التحمل الكاليفورني(CBR) على ان لايقل عن ٣٥٪.

– التأكيد على عدم استخدام الصنف (D) في طبقة ما تحت الأساس .

ج – تستقطع نسبة ٠،٥٪ من سعر الفقرة في جدول الكميات لكل ١٪ انحراف عن المواصفات في التدرج في أي غربال مطلوب فيها عدا غربال رقم (٢٠٠) حيث تكون نسبة الاستقطاع ١٪ لكل١٪ انحراف .

د– في حالة زيادة الانحرافات عما مذكور في الفقرة (٢– ب) تعالج المواد وفي حالة عدم نجاحها بعد أجراء الفحوص المطلوبة في المواصفات ترفض تلك المواد وترفع من موقع العمل وتستبدل بمواد مطابقة للمواصفات على حساب المقاول

الجدول المبين لاحقا يتضمن نتائج فحص التدرج لنموذج من الحصى الخابط والتي تشير الى وجود انحرافات :
١– بين فيما اذا كانت هذه الانحرافات مقبولة ام لا بموجب تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور .
٢– احسب مبلغ الاستقطاع اذا كان سعر المتر المكعب الواحد عشرون الف دينار والكمية الكلية الف متر مكعب .

التدرج / نسبة المار من منخل قياس (ملم)		نتائج الفحص	المتطلبات
	٥٠	١٠٠	١٠٠
	٢٥	*٧٤	٩٥–٧٥
	٩,٥	*٣٩	٧٥–٤٠
	٤,٧٥	٥٥	٦٠–٣٠
	٢,٣٦	*١٩	٤٧–٢١
	٠,٣	١٤	٢٨–١٤
	٠,٠٧٥	*٤	١٥–٥

اولا – لغرض تقويم نتائج فحص التدرج المبينة آنفا بموجب تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور نتبع ما يلي :

١– الانحراف على منخل قياس ٠،٠٧٥ ملم (١ ٪) وهو اقل من ٢ ٪ .

٢– ملاحظة ان الانحرافات على بقية المناخل هي (١ + ١ + ٢) = ٤ < ١٥

٣– لا يوجد انحراف على أي منخل يزيد عن ٤ ٪

وعليه يعتبر النموذج مقبول بموجب تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور.

ثانيا – يتم حساب مبلغ الاستقطاع كما مبين لاحقا :

المناخل	مقدار الانحراف (٪)	مقدار الخصم (٪)
منخل قياس ٠،٠٧٥ ملم	١	١ × ١ = ١
بقية المناخل	٤	٤ × ٠،٥ = ٢

مبلغ الاستقطاع = (١+ ٢) ٪ ×١٠٠٠ ×٢٠٠٠٠ = ٦٠٠٠٠٠ الف دينار .

الفصل الثالث

طبقة الاساس من الحجر المكسر والحصى المكسر وحجر المكدام المحدول بالاهتزاز

ما هي المواصفات المعتمدة عند تنفيذ وتقويم أعمال طبقة الأساس من الحجر الجيري المكسر والحصى المكسر وحجر المكدام المحدول بالاهتزاز المستخدمة في أعمال الطرق في العراق ؟

في العراق ، يتم اعتماد المواصفات الصادرة عن الهيئة العامة للطرق والجسور لعام ١٩٨٣ وتعديلاتها لعام ١٩٩٩ لهذا الغرض ضمن المحددات في الفصل (R7) ما لم تشير مواصفات المشروع الى مواصفات اخرى .

ما هي نسبة الحدل المطلوب تحقيقها لطبقة الأساس من الحجر الجيري المكسر والحصى المكسر وحجر المكدام المحدول بالاهتزاز المستخدمة في أعمال الطرق بموجب مواصفات الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور (R7) ان تكون نسبة الحدل للطبقة المشار اليها آنفا بحيث لا تقل عن ٩٨ ٪ من الكثافة العظمى الجافة المحضرة بطريقة AASHTO T180 او المواصفة ASTM D1557 .

كيف يتم قياس نسبة التكسير للركام الخشن ؟ ما هو الفرق بين فحص نسبة التكسير للحجر الجيري والحصى المكسر المستخدم بدلا عن طبقة الاساس القيري و فحص نسبة التكسير للحصى المستخدم في اعمال المزيج القيري للطبقة السطحية والرابطة بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

اولا – لقد بينت المواصفات العامة للطرق والجسور الى امكانية اجراء فحص نسبة التكسير للركام الخشن بموجب المواصفة ASTM D582 من خلال غربلة النموذج على منخل قياس ٤،٧٤ ملم وتسجيل الوزن ثم فصل وحساب وزن الجزيئات التي تحتوي على اوجه مكسرة *وبالتالي يمكن حساب نسبة التكسير من العلاقة التالية :

نسبة التكسير (٪) = (وزن الجزيئات ذات الاوجه المكسرة * / الوزن الكلي المتوقف على منخل ٤،٧٥ ملم) × ١٠٠

ثانيا – الفرق بين فحص نسبة التكسير للحجر الجيري والحصى المكسر المستخدم بدلا عن طبقة الاساس القيري و فحص نسبة التكسير للحصى المستخدم في اعمال المزيج القيري للطبقة السطحية والرابطة بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور :

وجه المقارنة	الحجر الجيري والحصى المكسر	الحصى لاعمال الاسفلت
المواصفة المعتمدة	المواصفات العامة للطرق والجسور R7	المواصفات العامة للطرق والجسور R9
الاوجه المكسرة *	على الاقل وجهين	على الاقل وجه واحد
المتطلبات	٧٥ ٪ على الاقل	٩٠ ٪ على الاقل

ما هي العلاقة بين سمك طبقة الاساس من الحجر او الحصى المكسر مع سمك طبقة الاساس من الخرسانة الاسفلتية ؟

لقد بينت المواصفات الفنية الى امكانية استبدال طبقة الاساس الاسفلتي بطبقة من الحجر او الحصى المكسر لاسباب اقتصادية وتصميمية ، كما بينت تلك المواصفات ان ٢٥ ملم سمك من الخرسانة الاسفلتية ذات النوعية الجيدة يعادل ٣٧،٥ ملم سمك من الحجر او الحصى المكسر ، أي ان :

سمك طبقة من الحجر او الحصى المكسر = ١،٥ × سمك طبقة الاساس الاسفلتية

ما هي المواصفات لطبقة الاساس من الحجر الجيري المكسر والحصى المكسر بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور R7 ؟

لقد بينت المواصفات العامة للطرق والجسور وتعديلاتها لعام ١٩٩٩ بموجب الفصل R7 متطلبات طبقة الاساس من الحجر الجيري المكسر والحصى المكسر وكما مبين لاحقا :

الفحص		المتطلبات	
التدرج/ نسبة المار من منخل قياس(ملم)		الحجر الجيري المكسر	الحصى المكسر
	٣٧,٥	١٠٠	١٠٠
	٢٥	١٠٠–٨٠	١٠٠–٨٠
	١٢,٥	٨٠–٥٠	٨٠–٥٠
	٤,٧٥	٦٠–٣٠	٦٠–٣٠
	٠,٤٢٥	٣٠–١٠	٣٠–١٠
	٠,٠٧٥	١٥–٥	١٢–٥
نسبة المار من منخل رقم ٢٠٠/ نسبة المار من منخل رقم ٤٠		٦٠٪ حد أعلى	
نسبة التكسير (٪)		٧٥٪ كحد أدنى لوجهين على الأقل	
نسبة الجبسم بدلالة SO3٪		٥٪ حد أعلى	
حد السيولة ٪		٢٥٪حد أعلى	
مؤشر اللدونة ٪		٤٪ حد أعلى	
نسبة التآكل الميكانيكي (السحج) ٪		٤٥٪ حد أعلى	
نسبة التحمل الكاليفورني عند حدل ٩٥٪		٨٠٪ حد أدنى	
التآكل الكيمياوي (الثبات) ٪	٥ دورات بمحلول كبريتات الصوديوم	١٢٪حد أعلى	
	٥ دورات بمحلول كبريتات المغنيسيوم	١٨٪ حد أعلى	

الفصل الرابع

الطلية الاولية والطلية اللاصقة
(البرايمر كوت والتاك كوت)

ما هو الإسفلت المخفف و ما هي أنواعه ؟ عرف لكل نوع منها .

الإسفلت المخفف : هو الإسفلت الذي يخلط معه احد مشتقات النفط وينتج الإسفلت المخفف بتقليل اللزوجة الى حد مسيطر عليه ويتكون الإسفلت المخفف من ثلاث أنواع :

١ -بطيء الإنضاج slow curing (SC) .

٢ -متوسط الإنضاج medium curing (MC) .

٣ -سريع الإنضاج Rapid curing (RC) .

يمكن تعريف الإنضاج (curing) بأنه زيادة القوام للإسفلت نتيجة الفقدان للمذيب بعملية التبخر . ان العناصر المكونة للإسفلت المخفف هي الإسفلت والمذيب المستخدم (solvent) .

الإسفلت المخفف البطيء الإنضاج يسمى عادة زيت الطرق ويمكن الحصول عليه كزيوت ترسيب في قعر أبراج التقطير للنفط الخام أو بواسطة مزج بعض الزيوت الخفيفة مع الإسفلت مثل الكازاويل وهو على أربعة أصناف اعتمادا على درجة اللزوجة (SC-70,SC-250,SC-800,SC-3000) .

الإسفلت المخفف متوسط الإنضاج ويتم الحصول على هذا النوع من الإسفلت بإضافة مادة مذيبة كالنفط الأبيض (Kerosene) الى الإسفلت الأسمنتي ذو درجة نفاذية عالية حيث يستخدم كطبقة برايم كوت وينتج بخمسة أصناف (MC-3000,MC-800, MC-250,MC-70,MC-30) .

الإسفلت المخفف سريع الإنضاج ويتم الحصول عليه بإضافة مادة مذيبة كالنفثا (Naphtha) ويمكن استخدام مادة سبرت المحركات كمادة مذيبة ويستخدم في طبقة التاك كوت وينتج بأربعة أصناف (RC-3000,RC-800,RC250,RC-70) .

ما هو المقصود بـ بالطلية الأولية الإسفلتية ، وما أهميتها في منظومة التبليط الإسفلتي ؟

الطلية الأولية الإسفلتية (bituminous prime coat) : هي سمنت إسفلتي مخفف اما بإضافة مادة مذيبة مثل الكيروسين (kerosene) بنسبة حجم واحد من الكيروسين الى حجم ونصف من السمنت الإسفلتي صنف (٨٥- ١٠٠) ويرمز لمادة هذه الطلية بالرمز (MC-30) أو تكون مادة الطلية الأولية من الإسفلت المستحلب ويرمز لها بالرمز (MS-1) أو (MS-2) ويحضر الإسفلت المستحلب بتجزئة الإسفلت الى جزيئات دقيقة تشحن بشحنة موجبة أو سالبة وتكون بحالة عالقة في وسط مائي يشحن أيضا بشحنة مغايرة موجبة أو سالبة مع إضافة بعض المواد المستحلبة . تستخدم مادة الطلية الأولية في إعمال إنشاء الطرق برشها على طبقة الأساس من الحجر المكسر أو الحصى المكسر وكذلك ترش على طبقة ما تحت الأساس حيث تعمل هذه المادة عند تغلغلها داخل طبقة الأساس وما تحت الأساس على مليء الفراغات وجعلها غير نافذة وتثبيت التربة وكذلك تثبيت المواد الناعمة على سطح الطبقات المذكورة لمنع تطايرها وانجرافها بتأثير مياه الأمطار والمياه السطحية .

يتم فرش طبقة (prime coat) فوق طبقة الأساس من الحصى الخابط أو الحجر المكسر أو الحصى المكسر لغرض :

١- منع دخول الماء لطبقة تحت الأساس .

٢- سد الفراغات الشعرية لطبقة تحت الأساس .

٣- تغطية وربط حبيبات المواد المفككة .

٤- إضافة الصلابة والصلادة للسطح .

٥- زيادة قوة التلاصق بين طبقة الأساس الإسفلتية وطبقة ماتحت الأساس من الحصى الخابط أو الحجر المكسر أو الحصى المكسر .

ما هي المواصفات المعتمدة لتقويم مادة البرايم كوت والتاك كوت بموجب متطلبات المواصفات العامة للطرق والجسور وتعديلاتها لعام ١٩٩٩ ؟

حددت المواصفات العامة للطرق والجسور وتعديلاتها لعام ١٩٩٩ الفحوصات المطلوبة لتقويم مادة البرايم كوت بموجب الفصل (R8A) ومادة التاك كوت بموجب الفصل (R8B) من خلال أجراء كافة الفحوصات المبينة بموجب المواصفة الامريكية (AASHTO M82 , M81) .

ما هي الأضرار الناتجة عن رش البرايم كوت (الطلية الأولية) بكميات كبيرة ؟

ان رش الطلية الأولى بكمية كبيرة يسبب أضرار منها :

١- النزف الإسفلتي : يتكون النزف الإسفلتي نتيجة استعمال كميات كبيرة مما يسبب صعود الإسفلت الى الأعلى وحدوث النزف الإسفلتي .

٢- ظهور بقع منتفخة على الطبقة التي يتم رشها .

٣- انزلاق سطحي على طبقة الأساس أو ما تحت الأساس .

ما هي الأمور الواجب أخذها بنظر الاعتبار عن رش الطلية الأولية ؟

هناك بعض الامور الواجب اخذها بنظر الاعتبار عند رش الطلية الاولية :

١- قبل وضع الطلية الأولية يتطلب ازالة كافة الأوساخ والمواد العالقة والغبار من على السطح .

٢- معالجة طبقة الحصى الخابط بالرش والحدل بالحادلة المطاطية .

٣- توضع طبقة الطلية الأولية عندما يكون السطح جاف ويحتوي على رطوبة قليلة بحيث يضمن توزيع منتظم وتغلغل جيد داخل الطبقة .

ما هي مكونات الإسفلت المنتج من مصافي النفط الخام ؟

يتكون الإسفلت المنتج من مصافي النفط الخام من الأجزاء المبينة لاحقا :

١- الاسفلتين (ASPHALTENE) : وهي مادة متكونة من الكاربون والهيدروجين وتشكل نواة جزيئه الإسفلت و تعطي الإسفلت اللون الأسود.

٢- الرزن (resin) : وهي مادة تتكون كذلك من الكاربون والهيدروجين وهذه المادة تغلف نواة الاسفلتين .

٣- مادة الزيت (oil) : وهي سائل لزج تتكون من الكاربون و الهيدروجين ويكون الوسط السائل الذي تسبح به النواة و الرزن .

ما هي متطلبات سائل الطلية الأولية المستخدم في رش السطوح الحصوية الرملية بموجب التعليمات الصادرة عن الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

إشارة التعليمات الصادرة عن الهيئة العامة للطرق والجسور ان مادة الطلية الأولية تستخدم لرش السطوح الحصوية الرملية غير المثبتة بمادة رابطة (سمنت ، قير) على طبقة ما تحت الأساس وبالكميات المحددة بالمواصفات وحسب حالة السطح من حيث الخشونة والنعومة والنفاذية ويستخدم لهذا الغرض الصنفان MC70 MC250 الناتجين عن تخفيف القير ذي اختراق ٨٥ – ١٠٠ بالمذيبات ويجب ان يحقق الخواص المبينة لاحقا من المواصفة الأمريكية ASTM D2027– 97 .

Requirements for Cutback Asphalt (Medium-Curing Type)

NOTE—If the ductility at 25°C (77°F) is less than 100, the material will be acceptable if its ductility at 15°C (59°F) is more than 100.

Designation	MC-30		MC-70		MC-250		MC-800		MC-3000	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Kinematic viscosity at 60°C (140°F), mm^2/s	30	60	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Flash point (Tag open-cup), °C (°F)	38 (100)	...	38 (100)	...	66 (150)	...	66 (150)	...	66 (150)	...
Distillate test:										
Distillate, volume percent of total distillate to 360°C (680°F):										
to 225°C (437°F)	...	25	...	20	...	10	...	...	...	...
to 260°C (500°F)	40	70	20	60	15	55	...	35	...	15
to 316°C (600°F)	75	93	65	90	60	87	45	80	15	75
Residue from distillation to 360°C (680°F), percent volume by difference	50	...	55	...	67	...	75	...	80	...
Tests on residue from distillation:										
Viscosity at 60°C (140°F), Pa · s[A,†]	30	120	30	120	30	120	30	120	30	120
Ductility at 25°C (77°F), cm	100	...	100	...	100	...	100	...	100	...
Solubility in trichloroethylene, %	99.0	...	99.0	...	99.0	...	99.0	...	99.0	...
Water, %	...	0.2	...	0.2	...	0.2	...	0.2	...	0.2

[A] Instead of viscosity of the residue, the specifying agency, at its option, can specify penetration 100 g; 5 s at 25°C (77°F) of 120 to 250 for Grades MC-30, MC-70, MC-250, MC-800, and MC-3000. However, in no case will both be required.

[†] Editorially corrected to match originally published D 2027-97.

ما المقصود بـ الطلية اللاصقة (التاك كوت) ، وما أهميتها في منظومة التبليط الإسفلتي ؟

الطلية اللاصقة الإسفلتية (bituminous tack coat) : تتكون هذه المادة أما من السمنت الإسفلتي المخفف بمادة البنزين (motor spirit) أو بمادة النافثا ويرمز لها (RC–250) . ويتم تحضيرها بمزج حجم واحد من البنزين أو النافثا وحجمين من السمنت الإسفلتي صنف (٨٥– ١٠٠) ويمكن أن تكون المادة الإسفلتية اللاصقة من إسفلت مستحلب نوع (RS–1) . تستخدم المادة اللاصقة كطبقة لاصقة تفرش بسمك خفيف جدا فوق طبقة من الخرسانة الإسفلتية لتربط طبقة أخرى فوقها من الخرسانة الإسفلتية أيضا وبذلك تكون بين الطبقتين الرابطة (Binder course) والطبقة السطحية (surface course) والغاية من المادة اللاصقة التصاق طبقتي التبليط من الخرسانة الإسفلتية ببعضها البعض لمنع حدوث زحف من قبل الطبقة العليا فوق الطبقة السفلى وهذه تعتبر مهمة جدا في إعمال تبليط الطرق والمطارات .

ما هي الأضرار الناتجة عن زيادة كمية المادة المستخدمة في الطلية اللاصقة في أعمال طرق التبليط الإسفلتي ؟

ان زيادة الطلية اللاصقة عن النسبة المحددة يسبب ما يلي :

١– النزف الإسفلتي وهو من العوامل الرئيسية لانزلاق العجلات على سطح التبليط عند هطول الإمطار مما يسبب تقليل معامل الاحتكاك بين السطح والاطارات .

٢– ظهور بقع منتفخة .

٤ –انزلاق سطحي بين الطبقات .

ما هي انظمة السيطرة على عملية الرش لسائل البرايم كوت والتاك كوت ؟

هناك ثلاثة انظمة للسيطرة على عملية الرش وهي :

١– نظام الصمام الذي يسيطر على مقدار تدفق السائل .

٢– نظام مكون من مضخة مع مقياس لتسجيل قدرة الضخ .

٣– نظام مكون من مرشة مع عداد مسافات مرتبط ببكرة دوارة يسجل كل من سرعة الرشاش والمسافة المقطوعة .

ما هي الامور الواجب ملاحظتها عند استخدام المستحلبات ؟

من الامور الواجب ملاحظتها عند استخدام المستحلبات :

١– عدم استخدام نظام التسخين .

٢– عدم استخدام رشاش القير لاسفلت مشذب متوسط الانضاج عندما يكون الرشاش قد استخدم سابقا لرش المستحلب الا اذا تم ازالة الماء الباقي في خزان الرش .

ما هي متطلبات سائل الطلية اللاصقة المستخدم في رش السطوح الخرسانية و الكونكريتية بموجب تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

إشارة التعليمات الصادرة عن الهيئة العامة للطرق والجسور ان المادة اللاصقة تستخدم لرش السطوح الإسفلتية والكونكريتية لتحقيق التلاصق بين الطبقات ويستخدم لهذا الغرض الصنف RC70 الناتج عن تخفيف القير ذي الاختراق ٨٥– ١٠٠ بالمذيبات ويجب ان يحقق الخواص المبينة في الجدول لاحقا من المواصفة الأمريكية ASTM D2028–97 .

Requirements for Cutback Asphalt (Rapid-Curing Type)

NOTE—If the ductility at 25°C (77°F) is less than 100, the material will be acceptable if its ductility at 15°C (59°F) is more than 100.

Designation	RC-70		RC-250		RC-800		RC-3000	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Kinematic viscosity at 60°C (140°F), mm^2/s	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Flash point (Tag open-cup), °C (°F)	...	...	27 + (80 +)	...	27 + (80 +)	...	27 + (80 +)	...
Distillation test:								
Distillate, volume percent of total distillate to 360°C (680°F):								
to 190°C (374°F)	10	...	...	...	...	...	...	...
to 225°C (437°F)	50	...	35	...	15	...	...	...
to 260°C (500°F)	70	...	60	...	45	...	25	...
to 316°C (600°F)	85	...	80	...	75	...	70	...
Residue from distillation to 360°C (680°F), percent volume by difference	55	...	65	...	75	...	80	...
Tests on residue from distillation:								
Viscosity at 60°C (140°F), Pa · s[A]	60	240	60	240	60	240	60	240
Ductility at 25°C (77°F), cm	100	...	100	...	100	...	100	...
Solubility in trichloroethylene, %	99.0	...	99.0	...	99.0	...	99.0	...
Water, %	...	0.2	...	0.2	...	0.2	...	0.2

[A] Instead of viscosity of the residue, the specifying agency, at its option, can specify penetration at 100 g; 5 s at 25°C (77°F) of 80 to 120 for Grades RC-70, RC-250, RC-800, and RC-3000. However, in no case will both be required.

ما هي الفروقات بين الطلية الأولية و الطلية اللاصقة بالنسبة لاستخدامها في أعمال التبليط الإسفلتي؟

هناك مجموعة من الفروقات بين الطلية الاولية والطلية اللاصقة وكما مبين في الجدول لاحقا :

وجه المقارنة	الطلية الأولية Prime coat	طلية اللصاق Tack Coat
نسبة الخلط	حجم واحد نفط ابيض : حجم ونصف من الإسفلت	حجم واحد من سبرت المحركات: حجمين من الإسفلت
كثافة الرش في الموقع (لتر / م^2)	٠،٥-١،٢	٠،١٥-٠،٥
طبقة الرش	يكون الرش متجانس لكامل الطبقة	يكون الرش على شكل خطوط ومن ثم يتم حدلها بحادله مطاطية لغرض توزيع الإسفلت على السطح
مدة الفرش بالخرسانة الإسفلتية بعد الرش	يجب ترك الطبقة المرشوشة لمدة لاتقل عن (٢٤) ساعة .	بعد مرور ساعتين كحد أعلى
موقع الاستخدام	بين طبقة الحصى الخابط أو الحصى المكسر أو الحجر المكسر وطبقة الأساس القيري .	بين طبقات المزيج القيري (أساس- رابطة – سطحيه)

ما هي الامور الواجب اخذها بنظر الاعتبار عند تنفيذ الاعمال المتعلقة بالطلية الأولية و الطلية اللاصقة بالنسبة لاستخدامها في أعمال التبليط الإسفلتي؟

من الامور الواجب اخذها بنظر الاعتبار عند تنفيذ الاعمال المتعلقة بالطلية الأولية و الطلية اللاصقة :

١. الإسفلت المستخدم يجب ان يكون ذو غرز (٨٥-١٠٠) .
٢. تتراوح درجة حرارة الطلية أثناء الرش في الموقع (٦٥-٨٥) م$^{\circ}$.
٣. لايفضل رش الطلية عندما تكون درجة الحرارة الجو اقل من (١٥) م$^{\circ}$.

ما أهمية حساب كمية مادة البرايم كوت و التاك كوت المستخدمة في أعمال التبليط الإسفلتي ، وما هي المعادلة الرياضية المستخدمة لهذا الغرض ؟

في بعض الأحيان قد تكون هناك اعتبارات هندسية واقتصادية تتطلب معرفة كمية الطلية الأولية أو الطلية اللاصقة اللازمة لمسافة معينة ولهذا الغرض يمكن تطبيق المعادلة التالية :

$$ح = (ل \times ع \times م) / ٢،٧٤$$

حيث :

ح : كمية الطلية الاولية او اللاصقة المطلوب رشها (غالون) .

ل : طول المسافة المرشوشة (م)

ع : عرض المسافة المرشوشة (م)

م : معدل الرش (غالون / م^{٢})

مثال تطبيقي : طريق مفروش بطبقة من الحصى المكسر طوله ٧٥٠م وعرضه ٦ م يراد رش هذه الطبقة بطبقة من البرايم كوت وبمعدل ٠،٤غالون /م٢. احسب كمية البرايم كوت اللازم لهذا الغرض .

الحل :

ح = (٧٥٠×٦×٠،٤) /٢،٧٤ = ٦٥٦،٩غالون

كيف يتم قياس كمية سائل الطلية الاولية والطلية اللاصقة في خزان الرش ؟

يتطلب قياس كمية السائل قبل وبعد عملية الرش حيث ان الفرق بين القياسين يكون مساويا لكمية السائل المرشوش على الطريق . بعض رشاشات القير لها مقياس يسجل كمية السائل الخارج حيث يتم تصفير هذا المقياس قبل الرش وقراءته مباشرة بعد الانتهاء من الرش . كل رشاشات القير تكون مزودة بقضبان قياس مدرجة بتزايدات ٩٥ – ١٩٠ لتر بالاعتماد على حجم الخزان . يتطلب اخذ درجة حرارة القير خلال قياس كميته لغرض التأكد من الدرجة الحرارية المطلوبة للرش والحصول على المعلومات الضرورية للقيام بتصحيح درجة الحرارة – الحجم .

كيف يتم فحص كثافة الرش للطلية الأولية والطلية اللاصقة المستخدمة في أعمال التبليط الإسفلتي ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور كثافة الرش للطلية الأولى والطلية اللاصقة ومن الضروري إجراء فحص كمية الطلية الأولية (prime coat) والطلية اللاصقة (tack coat) المستعملة في رش مسافة معينة لأسباب هندسية واقتصادية وكما مبين لاحقا :

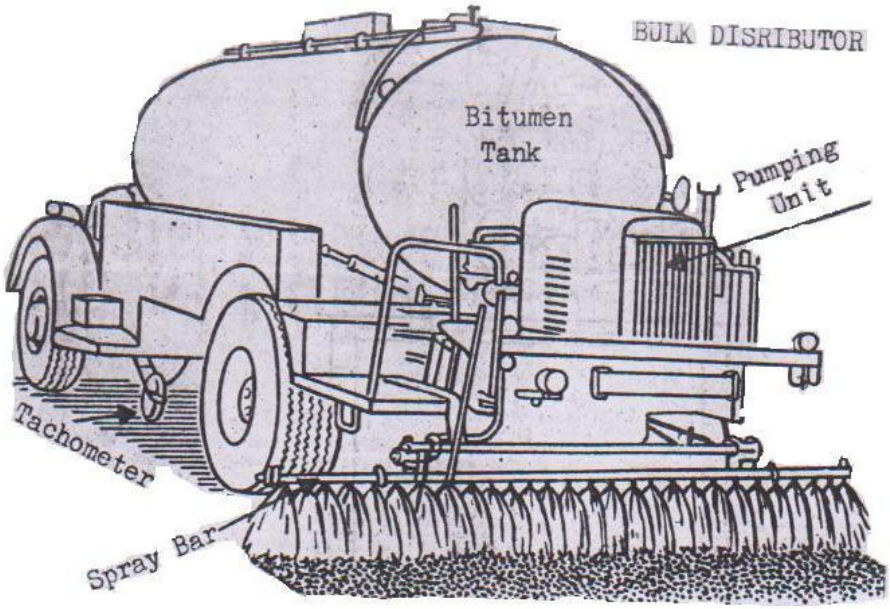
يتم استخدام ميزان وعدد من ألألواح الحديدية بإبعاد ٥٠×٥٠ سم لفحص الكمية حيث توزن هذه الألواح ثم توضع في المناطق المطلوب رشها وبعد مرور سيارة الرش عليها تترك الألواح لمدة نصف ساعة على الأقل لغرض التخلص من المواد الطيارة (volatile materials) ثم توزن الألواح مرة أخرى ومن الفرق بين الوزنين نحصل على كمية الطلية المستعملة على كل لوحة ولغرض إيجاد الكمية المطلوب رشها على مساحة متر مربع يتم تقسيم الفرق بين الوزنين على مساحات الألواح وكما مبين لاحقا :

توزن اللوحات قبل الرش (W_1) وتوضع في المناطق المطلوب رشها .

بعد مرور سيارة الرش عليها تترك الألواح لمدة نصف ساعة تقريبا لغرض التخلص من المواد الطيارة ثم توزن (W_2) .

الفرق في الوزن= كمية الطلية المستعملة = W_3

كمية الطلية المستعملة للمتر المربع الواحد = W_3 / مساحة اللوحة (م٢) . وهكذا بالنسبة لكل لوحة ثم يتم استخراج المعدل الحسابي للكميات المستعملة لكل اللوحات المرشوشة مع إهمال اللوحات الشاذة كما يمكن الرجوع الى المواصفة الأمريكية (ASTM D2995) للاطلاع على تفاصيل الفحص . من الضروري وجود تداخل جزئي في الحالات التي يتم فيها رش الطلية الأولية في اكثر من مسار واحد كما ان زيادة رش الطلية الأولية بكمية كبيرة يؤدي الى حدوث نزف وانزلاق سطحي على طبقة تحت الأساس ولذلك يجب معالجة هذه الحالة من خلال وضع طبقة خفيفة من الرمل النظيف كي يقوم بامتصاص مادة الطلية الأولية المتبقي على الطبقة بعد ذلك يتم ازالة هذه الطبقة الرملية قبل القيام بفرش طبقة الإسفلت .



ما هي الأمور الواجب أخذها بنظر الاعتبار عند أجراء عملية الرش لمادة البرايم كوت والتاك كوت المستخدمة لأعمال الطرق ؟

هناك مجموعة من الأمور الواجب أخذها بنظر الاعتبار عند أجراء عمليات الرش لمادة البرايم كوت والتاك كوت المستخدمة لأعمال الطرق :

١ -تنظيف موزع الإسفلت من الداخل والخارج وخاصة فتحات الرش والصمامات .

٢ -تسخين مادة الرش في الخزان الى درجة الحرارة المطلوبة مع توفر محرار في خزان الرش لغرض تدقيق درجة الحرارة المطلوبة أثناء الرش مع تدقيق صلاحية جهاز التسخين للحصول على درجة الحرارة المطلوبة للرش

٣ -تحديد سرعة الرشاش بحيث ان تلك السرعة تعطي المعدل المطلوب لكثافة الرش كما يجب ان تكون السرعة منتظمة للحصول على توزيع منتظم ومتجانس .

٤ -توفير عدد يدوية للرش اليدوي لغرض استخدامها في المناطق الضيقة التي لاتصل اليها قضبان الرش .

٥ -عند انسداد فتحات الرشاش يتم إيقاف العمل حالا مع المباشرة بتنظيفها لغرض استئناف العمل .

٦ -يجب وضع علامات أمام السائق لبيان مسافة الرش العرضية .

٧ -اتخاذ التدابير اللازمة لمنع تسرب مادة الرش من الرشاش أو الصمامات أو الخزان نفسه لتلافي زيادة الإسفلت لان ذلك يؤدي الى نضوح في الطبقة الإسفلتية .

٨ -ضرورة توفر مضخات في خزان الرشاش لغرض تجانس المادة ودرجة الحرارة وكذلك منع تصلب القير وغلق فوهات الرشاش .

٩ -ان التداخل بين مستويات الرش يعتمد على المسافة بين أنبوب الرش والطريق المطلوب رشه ولذا يتطلب ضبط ارتفاع أنبوب الرش عند أجراء عملية الرش .

١٠ -خلال فترات العمل يتم تدقيق كثافة الرش من خلال تحديد كمية المادة التي تم استخدامها وكذلك المساحة التي تم تغطيتها .

١١ -التأكد ان يكون الرشاش بالشكل الذي يضمن جعل المحاور العمودية للفوهات عمودية على الطريق مع ضرورة ان تكون جميع الفوهات بنفس الزاوية للحصول على توزيع منتظم وحافات جيدة إضافة الى تلافي حصول تداخل لمستويات الرش بشكل غير نظامي .

١٢ -ضرورة ان يكون هناك تداخل طولي بين طبقات الرش لايتجاوز ١٠٪ وتداخل عرضي لايتجاوز ١٥٪ .

١٣ -الحذر الشديد عند التسخين وعدم تجاوز درجة الوميض للقير المستخدم في الرش لمنع حصول الحريق أو الانفجار .

١٤ -أجراء المعايرة الدورية لأنبوب الرش قبل الاستخدام والتأكد من ان معدلات الرش بالاتجاه المستعرض والطولي ضمن الحدود المطلوبة ويتم ذلك من خلال أجراء الفحص المحدد بموجب المواصفة الأمريكية الخاصة بذلك ASTM D2995 (2004) – 1999 .

١٥ -يجب عدم أجراء عملية الرش في أوقات هطول الإمطار .

١٦ -يجب ان يكون الرش منتظم وفي حالة ظهور بقع إسفلتية يتم معالجتها برمل ناعم ونظيف ومن ثم يتم أزالته

الفصل الخامس

اعمال الخرسانة الاسفلتية

الباب الاول

المواد الركامية المستخدمة في اعمال التبليط الاسفلتي

ما هي المواصفات المعتمدة عند تنفيذ أعمال الخرسانة الإسفلتية المستخدمة لأعمال الطرق في العراق ؟

يتم اعتماد المواصفات الصادرة عن الهيئة العامة للطرق والجسور لعام ١٩٨٣ وتعديلاتها لعام ١٩٩٩ و ٢٠٠٣ ضمن الفصل (R9) ما لم تكون هناك مواصفات خاصة محددة من قبل الجهة المستفيدة من المشروع (رب العمل) .

ما هي مواصفات مزيج الركام الناعم والخشن المستخدم في صناعة الخرسانة الإسفلتية بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

حددت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام / ٢٠٠٣ ان يكون الركام المستخدم في اعمال الخرسانة الإسفلتية من نوعية متجانسة مكسر الى أجزاء حسب الضرورة كما يجب ان تكون مكونات الركام صلبة ومتينة ذات ديمومة ونظيفة وخالية من الكتل الطينية الضارة والطين الملتصق بالركام والمواد الجبسية والمواد العضوية الضارة الأخرى . يجب ان تكون مكونات الركام المتوقفة على منخل قياس (٢،٣٦ملم) ذات تآكل ميكانيكي لا يزيد عن (٣٠٪) للطبقة السطحية و(٣٥٪) للطبقة الرابطة و(٤٠٪) للطبقة الأساس عند الفحص بموجب المواصفة (AASHTO T96-2002) . يجب ان لا تزيد نسبة المواد الضارة في الركام
(الجزيئات القابلة للتفتت والكتل الطينية) عن (٣٪) وزنا عند إجراء الفحص بموجب المواصفة (AASHTO T112) كما يجب ان لايزيد مؤشر اللدونة (PI) عن (٤٪) عند الفحص بموجب المواصفة الأمريكية (AASHTO T89-2002 ,T90-2004) للمزيج الكلي من الركام والمادة المالئة للمواد التي تعبر من منخل رقم (٤٠) والمحضرة بموجب المواصفة الأمريكية (ASHTO T146-2004) .

علام يعتمد تصنيف خواص الركام الجيد المراد استخدامه في اعمال الخرسانة الاسفلتية بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

يمكن تصنيف خواص الركام الجيد تبعا الى :

١ -الخواص العامة للركام ، ويشمل :

أ – الركام الخشن الزاوي .

ب – الركام الناعم الزاوي .

ج – نسبة الاجزاء المستطالة الى المسطحة (١ : ٥)

د – محتوى المواد اللدنة (الطين) .

٢ -خواص المصدر ، ويشمل :

أ – المتانة والصلادة .

ب – الثبات (التأكل الكيمياوي) .

ج – المواد االقابلة للتفتت والكتل الطينية (المواد الضارة) .

ما هي مواصفات الركام الخشن المستخدم في اعمال الخرسانة الإسفلتية بموجب مواصفات الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

يجب ان يكون الركام المستخدم في اعمال المزيج الإسفلتي قويا ونظيف وخاليا من الأتربة والأطيان والمواد الغريبة . يمثل الركام الخشن بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور الجزيئات المتوقفة على منخل قياس (٤،٧٥ ملم) ويتكون من الحصى المكسر أو الحجر المكسر (للطبقة السطحية والرابطة) أو الحجر أو الحصى غير المكسر أو المركب من الاثنين معا (للطبقة الأساس)

المتطلبات التي حددتها المواصفات العامة للطرق والجسور

ت	الخاصية	المتطلبات	طريقة الفحص	الملاحظات
١-	نسبة التكسير (٪) وزنا (للطبقة السطحية والرابطة)	٩٠حد أدنى	ASTM D582	تحسب نسبة التكسير للجزيئات المتوقف على منخل قياس (٤،٧٥ملم) والحاوية على وجه مكسر واحد على الأقل .
٢-	نسبة الأجزاء المستطالة والمسطحة التي يكون فيها (الطول : السمك) (١:٥)	١٠حداعلى	ASTM D4791	يتم استخدام الآلة الخاصة بالفحص Proportional caliper device
٣-	التغطية والتقشر (٪)	اكبر من ٩٥	AASHTO T182 ASTM D1664	يتم تحديد هذه النسبة بصريا .
٤-	نسبة التآكل الكيمياوي أ- باستخدام كبريتات الصوديوم ب- باستخدام كبريتات المغنيسيوم	١٢حد أعلى ١٨حداعلى	ASTM C88	يخضع الركام الخشن الى خمس دورات في الفحص .

ما هي وظيفة الركام الخشن في مزيج الخرسانة الإسفلتية ؟

تكون وظيفة الركام الخشن في مزيج الخرسانة الإسفلتية ما يلي :

١- توفير الثبات المتولد من تداخل قطع الركام مع بعضها .

٢- مقاومة الإزاحة بالاحتكاك .

٣- مقاومة الانزلاق .

ما هي الفروقات بين طرق فحص معامل الاستطالة والتسطح للركام الخشن بموجب :

١- المواصفات العامة للطرق والجسور R9 المعدلة لعام ٢٠٠٣ .

٢- المواصفات العراقية .

هناك اختلافات كبيرة بين طرق فحص معامل الاستطالة والتسطح للركام الخشن ، ويمكن تلخيص تلك الفروقات كما مبين لاحقا :

وجه المقارنة	بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور	بموجب المواصفات العراقية
طريقة الفحص	ASTM D4791	م ق ع رقم ٣٠ لسنة ١٩٨١ .
المواد المعنية بالفحص	الركام الخشن لاعمال الخرسانة الاسفلتية	الركام الخشن لاعمال الخرسانة السمنتية
معدات الفحص	يتم استخدام الة واحدة لانجاز الفحص (Proportional caliper device)	يتم استخدام مسطرة الاستطالة لفحص الاستطالة ومسطرة التسطح لفحص التسطح .
كيفية الفحص	يتم تحديد مقدار واحد لمعامل الاستطالة والتسطح من خلال حساب نسبة الأجزاء المستطالة والمسطحة التي يكون فيها (الطول:السمك) (١:٥) .	يتم تحديد مقدار معامل الاستطالة بشكل منفصل عن مقدار معامل التسطح .

ما هو تردد اجراء فحوص مواد الركام الناعم والخشن المستخدم في اعمال الخرسانة الاسفلتية ؟

لقد بينت المواصفات الى امكانية اجراء فحوص المواد الركامية المستخدمة في اعمال الخرسانة الاسفلتية عند تغير مصدر تجهيز المواد وعند اعداد معادلة المزج .

ما تأثير شكل الركام الخشن والمقاس الأقصى على خواص المزيج الإسفلتي ؟

ان لشكل حبيبات الركام الخشن ومقاسها الاقصى تأثير على خواص المزيج الاسفلتي وكما مبين لاحقا :

١ -ان شكل الركام الخشن وطبيعة النسيج للسطح له تأثير على خواص التشوهات للمزيج القيري حيث ان الزيادة في نسبة التكسير للركام يؤدي الى زيادة ثبات مارشال و يزيد المقاومة للتشوهات .

٢ -ان المقاس الأقصى للركام الخشن له تأثير كبير على خواص المزيج الإسفلتي حيث ان زيادة المقاس الأقصى للركام يعطي ثبات عالي ومقاومة عالية للانزلاق كما ان نسبة الإسفلت التي يحتاجها المزيج الإسفلتي سوف تكون قليلة نسبيا .

٣- ان السطح المكسر لحبيبات الركام الخشن والتي تنتج طبيعيا أو بالتكسير الصناعي يكون لها تأثير كبير في زيادة الاحتكاك الداخلي للركام في المزيج الإسفلتي .

ما هي مواصفات الركام الخشن المستخدم في مزيج الخرسانة الإسفلتية بموجب المواصفات ASTM D448–03a AASHTO M43–05 ؟

لقد حددت المواصفات الأمريكية (AASHTO M43–05 , ASTM D448–03a) أحجام الركام الخشن المستخدم في انشاء الطرق والجسور . والجدول المبين لاحقا يبين التدرجات المسموحة بموجب هذه المواصفات مع الإشارة ان طريقة الفحص المعتمدة لتحديد هذه التدرجات هي المواصفة الأمريكية AASHTO T27 .

Size Number	Nominal Size, Square Openings	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square Openings), mass percent																	
		100-mm (4-in.)	90-mm (3½-in.)	75-mm (3-in.)	63-mm (2½-in.)	50-mm (2-in.)	37.5-mm (1½-in.)	25.0-mm (1-in.)	19.0-mm (¾-in.)	12.5-mm (½-in.)	9.5-mm (⅜-in.)	4.75-mm (No. 4)	2.36-mm (No. 8)	1.18-mm (No. 16)	300-µm (No. 50)	150-µm (No. 100)
1	90 to 37.5-mm (3½ to 1½-in.)	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...	...	...
2	63 to 37.5-mm (2½ to 1½-in.)	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...	...	...
24	63 to 19.0-mm (2½ to ¾-in.)	...	...	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 10	0 to 5	...	...	...	...	...	...
3	50 to 25.0-mm (2 to 1-in.)	...	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...	...
357	50 to 4.75-mm (2-in. to No. 4)	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	...	0 to 5	...	...	...	...
4	37.5 to 19.0-mm (1½ to ¾-in.)	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
467	37.5 to 4.75-mm (1½-in. to No. 4)	...	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	0 to 5	...	...	...	...
5	25.0 to 12.5-mm. (1 to ½-in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...	...	...
56	25.0 to 9.5-mm (1 to ⅜-in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	...	...	...	...
57	25.0 to 4.75-mm (1-in. to No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 to 100	...	25 to 60	...	0 to 10	0 to 5	...	...	...
6	19.0 to 9.5-mm (¾ to ⅜-in.)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	...	...	...	...
67	19.0 to 4.75-mm (¾-in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	...	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...
68	19.0 to 2.36-mm (¾-in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	...	30 to 65	5 to 25	0 to 10	0 to 5	...	...
7	12.5 to 4.75-mm (½-in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	...	...	...
78	12.5 to 2.36-mm (½-in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 75	5 to 25	0 to 10	0 to 5	...	...
8	9.5 to 2.36-mm (⅜-in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5	...	...
89	9.5 to 1.18-mm (⅜-in. to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10	0 to 5	...
9	4.75 to 1.18-mm (No. 4 to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 40	0 to 10	0 to 5	...
10	4.75-mm (No. 4 to 0[A])	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	...	...	...	10 to 30

ما هي متطلبات الركام الناعم (الرمل) المستخدم في خلطات المزيج الإسفلتي المسخدم لاعمال الطرق بموجب المواصفات AASHTO M29-03 ، ASTM D1073-94 ؟

حددت المواصفات الأمريكية متطلبات الركام الناعم المستخدم في خلطات التبليط الإسفلتي وقد جاء ذلك في المواصفة AASHTO M29-03 ، ASTM D1073-94 ونبين لاحقا متطلبات الركام الناعم المستخدم لهذا الغرض بموجب المواصفات الأمريكية :

١- التدرج : تعرف هذه المواصفة الركام الناعم بأنه المواد التي تمر من منخل قياس (٩،٥ملم) ويكون معظمه مار من منخل قياس (٤،٧٥ملم) ويتكون من الرمل الطبيعي أو الرمل المصنع من تكسير الحجر أو الحصى أو الخبث كما يجب ان يكون قويا وخشن وخالي من المواد الطينية الضارة والمواد العضوية أو أي مادة ضارة أخرى . الجدول المبين لاحقا يبين حدود التدرجات للركام الناعم المستخدم في المزيج الإسفلتي كما ان هذه الحدود المقترحة هي لأغراض اقتصادية وبما يسهل أنتاج المزيج في معمل الإسفلت بموجب المواصفات وليس من الضرورة الالتزام بهذه الحدود فقد تكون هناك حدود معينة يتم الاتفاق عليها بين الجهة المجهزة والجهة المستفيدة .

حجم المنخل	نسبة الوزن المار من منخل ذو فتحات مربعة (٪)				
(ملم)	صنف رقم ١	صنف رقم ٢	صنف رقم ٣	صنف رقم ٤	صنف رقم ٥
٩،٥	١٠٠	.....	.....	١٠٠	١٠٠
٤،٧٥	١٠٠ -٩٥	١٠٠	١٠٠	١٠٠ -٨٠	١٠٠ -٨٠
٢،٣٦	١٠٠ -٧٠	١٠٠ -٧٥	١٠٠ -٩٥	١٠٠-٦٥	١٠٠ -٦٥
١،١٨	٨٠ -٤٠	٧٤ -٥٠	١٠٠ -٨٥	٨٠ -٤٠	٨٠ -٤٠
٠،٦	٦٥ -٢٠	٥٢ -٢٨	٩٠ -٦٥	٦٥ -٢٠	٦٥ -٢٠
٠،٣	٤٠ -٧	٣٠ -٨	٦٠ -٣٠	٤٠ -٧	٤٦ -٧
٠،١٥	٢٠ -٢	١٢ -٠	٢٥ -٥	٢٠ -٢	٣٠-٢
٠،٠٧٥	١٠ -٠	٥ -٠	٥ -٠	١٠ -٠	.....

٢- يجب ان لايزيد مؤشر اللدونة (PI) للأجزاء المارة من منخل قياس (٠،٤٢٥ملم) عن ٤٪ .

٣- عند إجراء فحص التآكل الكيمياوي باعتماد خمس دورات وبموجب المواصفة ASTM C88 يجب ان لايزيد الفقدان بالوزن عن ١٥٪ عند استخدام كبريتات الصوديوم ولا يزيد عن ٢٠٪ عند استخدام كبريتات المغنيسيوم .

ما هو تأثير الركام الناعم على خواص الخرسانة الإسفلتية المستخدمة في اعمال الخرسانة الإسفلتية ؟

ان للركام الناعم تأثير على خواص الخرسانة الاسفلتية وكما مبين لاحقا :

١- ان استخدام الركام الناعم ذو الشكل الزاوي أو المكسر في الخلطات الإسفلتية يعمل على زيادة قوة الثبات .

٢- ان استخدام الركام الناعم الناتج عن تكسير الحصى أو الحجر يعمل على تحسين الثبات وخواص المقاومة للخلطات الإسفلتية ويقلل من تأثير عوامل التشوه ويزيد مقاومة سطح الطريق للبري .

٣- ان حدوث التشوه الكلي وزيادة سرعة التشوه تحدث عند زيادة نسبة الرمل الطبيعي في الخلطات الإسفلتية عن الحدود المسموحة .

٤- ان كثير من الأخاديد في سطح الطريق الإسفلتي تكون ناتجة عن استخدام نسبة عالية من الركام الناعم الطبيعي .

بين كيفية رفض أو قبول تدرج الركام الناعم خلال التجهيز المستمر للركام من مصدر التجهيز (المقلع) الى معمل الإسفلت بموجب المواصفة الأمريكية AASHTO M29-03 ؟

خلال التجهيز المستمر للركام من مصدر التجهيز (المقلع) الى معمل الإسفلت ، فان حدود التغاير لمعامل النعومة يجب ان لايزيد عن (± ٠،٢٥) عن معامل النعومة الأساسي لمصدر التجهيز . كما ان هذه المواصفة بينت أهمية تطابق معامل النعومة للركام المجهز من المصدر مع معامل النعومة للركام المستخدم لمعادلة المزج حيث ان نسبة الإسفلت في المزيج يعتمد على معامل النعومة الأساسي الذي تم استخدامه لذا فعند ظهور اختلاف كبير بين معامل النعومة الأساسي ومعامل النعومة للركام المستخدم لمعادلة المزج يصبح من الضروري إجراء تعديل مناسب للخلطة .

مم يتكون الفلر (المادة المالئة) وما هي متطلباته بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور ان يكون الفلر من مسحوق الحجر الجيري أو اي غبار حجر أو السمنت البورتلاندي أو النوره المطفأة أو اي مادة خاملة . الفلر المعدني يجب ان يكون نظيف و جاف تماما خاليا من أي تكتل للأجزاء الناعمة ويجب ان يطابق متطلبات التدرج في جدول المبين لاحقا كما يجب ان لايزيد مؤشر اللدونه عن (٤٪) بموجب المواصفة AASHTO T90 . لقد بينت التجارب العملية ان نسبة (الفلر / الإسفلت) البالغة (١- ١،٥٪) وزنا تعتبر النسبة المثلى لإعطاء أفضل النتائج عندما يكون الوزن النوعي للفلر (٢،٥- ٢،٨) .

متطلبات فحص التدرج بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور

حجم المنخل (ملم)	النسبة الوزنية للعابر (٪)
٠،٦	١٠٠
٠،٣	٩٥- ١٠٠
٠،٠٧٥	٧٠-١٠٠

.

ما اهمية المادة المالئة (الفلر) في مزيج الخرسانة الإسفلتية ؟

يعمل الفلر في مزيج الخرسانة الإسفلتية على :

١- ملىء الفراغات الهوائية في المزيج الإسفلتي .

٢- اكساب الصلادة للغلاف الإسفلتي حول مواد الركام .

ما هي انواع المواد المالئة التي لا يتطلب اجراء فحص مؤشر اللدونة لها ؟

هناك بعض المواد التي يمكن استخدامها في اعمال الخرسانة كمادة مالئة دون الحاجة لاجراء فحص مؤشر اللدونة لها ومنها :

١- السمنت . ٢- النورة .

ما هو دور المادة المالئة (الفلر) في مزيج الخرسانة الإسفلتية ؟

ان إضافة المادة المالئة المارة من منخل رقم ٢٠٠ سوف يؤدي الى زيادة الثبات ويملىء الفراغات الهوائية في المزيج الإسفلتي وان زيادة كمية المادة المالئة عن الحدود المطلوبة سوف ينتج مزيج غير مقبول . ان خواص المادة المالئة تعتمد على نوع وتدرج المادة نفسها ولذا فان الأساس في هذا المجال ليس كمية المادة المالئة حيث ان ذلك يعتمد على حجم وتدرج المادة المالئة فاذا كان حجم حبيبات الفلر المعدني اصغر من (١٠ مايكرون) أي اصغر من الغشاء الإسفلتي في المزيج سيكون له فعل تحسين الخلطة الإسفلتية واذا كان حجم الحبيبات اكبر من (١٠ مايكرون) سيكون فعل الفلر مشابه لدور الركام الناعم .

ما هي المواد المضافة التي يسمح باستخدامها بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور وما هي الالية المحددة لطريقة اضافة تلك المواد ؟

لقد بينت المواصفات العامة للطرق والجسور الى امكانية استخدام النورة المطفأة أو أي مضاف كيميائي آخر يتم قبوله كمانع للتقشر ، كما ان النورة المطفأة يجب ان تخضع لمتطلبات AASHTO M216 ويمكن ان تضاف بشكل جاف بنسبة (١،٥ ٪) من وزن الركام . يجب ان يجهز معمل الاسفلت بمنظومه مقبولة لتوحيد تغذية الكميات المطلوبه بحيث لاتضاف كميات كبيرة او متقطعه من المواد المضافة .

ما هي الاغراض المشتركة لاي مضاف او مادة معدلة قد تضاف الى مزيج الخرسانة الاسفلتية بموجب المواصفة الامريكية AASHTO R15-00 (2004) ؟

لقد بينت المواصفة (2004) AASHTO R15-00 الاغراض المشتركة لاي مضاف او مادة معدلة قد يضاف الى مزيج الخرسانة الاسفلتية وكما يلي :

١- مقاومة التخدد (Anti – Rutting) : حيث ان التخدد هو من التشوهات المستمرة .

٢- مقاومة التشقق (Anti – Cracking) ويشمل :

أ – التشقق الحراري : وهذا النوع يتضمن التشقق الناتج عن درجات الحرارة المنخفضة والتشقق الناتج عن الكلل الحراري .

ب- تشقق الكلل الناتج عن الاحمال .

٣- مقاومة التقشر (Anti- Stripping) : حيث يكون للماء تأثير على ربط الاسفلت بالركام .

٤- مقاومة التأكسد (Anti – Oxidants) .

لقد الغت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ اجراء فحص املاح الكبريتات لمواد الركام الناعم والخشن المستخدم في الخلطات الاسفلتية ، فما هي الفحوص البديلة عن اجراء هذا الفحص ؟

لقد بينت الهيئة العامة للطرق والجسور بموجب الكتاب ذي العدد ١٢٦٥١ في ١٣ / ٧ / ٢٠١٠ ان التعديل لعام ٢٠٠٣ ضمن الفصل (R9) وضع بديل يغني عن فحص الكبريتات في مواد الركام وهو :

١- فحص المواد الضارة (deleterious materials) او (friable particles) للركام الناعم والخشن بموجب المواصفة AASHTO T112 بحيث لا تزيد نسبة هذه المواد على ٣ ٪ وزنا .

٢- اجراء فحص التأكل الكيمياوي (soundness test) بموجب المواصفة ASTM C88 للركام الخشن بحيث لا تتجاوز قيم التأكل الكيمياوي عن الحدود المنصوصة في المواصفات العامة للطرق والجسور R9 .

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ اجراء فحص نسبة المكافىء الرملي للركام الناعم المستخدم في الخلطات الاسفلتية ، فماهي :

١- نسبة المكافىء الرملي

٢- المواصفة المعتمدة للفحص بموجب محددات المواصفات العامة للطرق والجسور.

٣- اهمية الفحص .

١- نسبة المكافىء الرملي : هي النسبة بين حجم الرمل (سم^{3}) والحجم الكلي للطين والرمل في نموذج الرمل الموضوع في اسطوانة زجاجية مدرجة مع الماء الذي يحتوي على احد المحاليل الكيميائية (stock solution) المبين تفاصيلها في المواصفة الامريكية AASHTO T176 بعد رجها لفترة وتركها لمدة ٢٠ دقيقة × ١٠٠ .

٢- المواصفة المعتمدة للفحص AASHTO T176 .

٣- اهمية الفحص هو تحديد نسبة الغبار الناعم والمواد شبه الطينية اللدنة الضارة في الركام المار من منخل قياس ٤،٧٥ ملم حيث ان زيادة مثل هذه المواد في المواد الركامية لخلطات الاسفلت الساخن يمكن ان يساهم في ضعف الثبات مما يؤدي الى حصول (rutting or shoving) او حصول تضرر الاسفلت نتيجة الرطوبة و التقشر .

كيف يتم التاكد من متانة مواد الركام الناعم والخشن المستخدم في الخلطات الاسفلتية بموجب ما اشارت اليه المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ مجموعة من الفحوص التي يمكن اجراؤها على مواد الركام الناعم والخشن للتاكد من متانة تلك المواد :

١- فحص المواد الضارة (deleterious materials) او (friable particles) بموجب المواصفة AASHTO T112 بحيث لا تزيد نسبة هذه المواد على ٣ ٪ وزنا .

٢- اجراء فحص التأكل الكيمياوي (soundness test) بموجب المواصفة ASTM C88 بحيث لا يزيد على ١٢ ٪ عند استخدام كبريتات الصوديوم ولا يزيد على ١٨ ٪ عند استخدام كبريتات المغنسيوم .

٣- فحص المكافئ الرملي (sand equivalent) بموجب المواصفة AASHTO T176 بحيث لا يقل على ٤٥ ٪ .

الباب الثانى

الاسفلت (القير) المستخدم في اعمال التبليط الاسفلتي

ما هي الفحوص التي حددتها المواصفات العامة للطرق والجسور للإسفلت (القير) المستخدم في صناعة الخرسانة الإسفلتية وما أهمية تلك الفحوص ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور R9 المعدلة لعام ٢٠٠٣ مجموعة من المتطلبات للإسفلت المستخدم في اعمال الخرسانة الإسفلتية وكما في الجدول المبين لاحقا :

جدول يبين الفحوصات بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور وأهمية إجرائها

ت	الخاصية	طريقة الفحص	أهمية الفحص
١	النفاذية (١/١٠) penetration مثا ،١٠٠غم ، ٢٥م°	ASTM D5 AASHTO T49	معرفة درجة صلابة الإسفلت (القير) بدرجة حرارة معينة (consistency) ويساعد على تصنيف الإسفلت ضمن مجاميع (grades) لغرض تحديد مجالات استخدامه
٢	نقطة الوميض (م°) Flash point	ASTM D92 AASHTO T48	معرفة درجة الحرارة لدى تسخين الإسفلت والتي يحصل عندها وميض لأبخرة الإسفلت والذي يمثل إنذار مبكر وبعدها وبزيادة درجة حرارة التسخين الى حد معين يحصل اشتعال أبخرة الإسفلت مما يؤدي الى اشتعال الإسفلت في خزان التسخين .
٣	السحب (سم) ٥ سم / دقيقة ، ٢٥ م°	ASTM D113 AASHTO T51	معرفة قابلية السحب للمواد الإسفلتية إضافة الى قياس خواص الشد للمواد القيرية تحت ظروف معينة .
٤	تأثير الهواء والحرارة على المواد الإسفلتية (٪) طريقة الفرن ذو الشرائح الرقيقة Thin film oven .	ASTM D1754	معرفة مدى تأثير الخواص الفيزياوية ولزوجة الإسفلت ومرونته نتيجة تأكسده بالهواء الساخن والذي بدوره يؤدي الى تقليل عمر التبليط بالخرسانة الإسفلتية كما يبين هذا الفحص مدى صلاحية الإسفلت لاستخدامه في صناعة الخرسانة الإسفلتية .
٥	الذوبان في محلول تراي كلورواثيلين (٪)	ASTM D2042 AASHTO T44	الإسفلت هو مزيج طبيعي أو مزيج محضر بصورة ميكانيكية يتكون من القار (bitumen) مع نسبة معينة من المواد المعدنية الصلبة (solid mineral) ومن هنا تأتي أهمية الفحص لتحديد نسبة المواد القيرية الحقيقية اللازم استخدامها في الخرسانة الإسفلتية .

ملاحظة : بينت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ الى ضرورة ان يكون السمنت الاسفلتي منتج بواسطة تكرير النفط الخام بالاضافة الى كونه متجانس وخالي من الماء ولا تتكون رغوة عند تسخينه الى درجة حرارة ١٨٠ م° .

كيف يتم تحديد صنف القير المستخدم في اعمال الطرق حسب نوع الطريق وحالة المرور بموجب تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

تشير تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور المعممة بموجب الكتاب ذي العدد ٨٤٣٩ في ٢٠١١/٤/١٩ الى تحديد صنف القير المستخدم في انشاء الطرق حسب صنف الطريق وحالة المرور عليه وكما يلي :

ت	صنف القير (الاختراق)	أماكن الاستخدام
١-	٤٠ -٥٠	تبليط واكساء طرق المرور السريع والطرق الرئيسية بما في ذلك الطرق الرئيسية ذات المسلك الواحد باتجاهين (single carriageway) وسطوح الجسور ومقترباتها من كل جهة .
٢-	٥٠ - ٦٠	تبليط واكساء الطرق المتعددة الممرات في حالة تعذر الحصول على قير ذي اختراق (٤٠- ٥٠) على ان لاتقل نسبة الفلر الى القير عن ١،٥ ٪ في معادلة الخلط .
٣-	٦٠ - ٧٠	تبليط واكساء الطرق الثانوية ذات المرور الخفيف والطرق الريفية .

ما المقصود بنفاذية المواد الاسفلتية ؟ وما هو ملخص طريقة الفحص بموجب المواصفة ASTM D5-05a ؟

النفاذية : هو قوام المواد القيرية (تماسكها) معبرا عنها بالمسافة (مقاسه باعشار المليمتر) التي تنفذ بها ابرة قياسية عموديا خلال النموذج وتحت ظروف معينة من درجة حرارة والحمل والزمن .

ملخص طريقة الفحص : يتم صهر النموذج (تسيله) اذا كان بدرجة حرارة المحيط ومن ثم يبرد تحت ظروف مسيطر عليها ، ان النفاذية يتم قياسها من خلال مقياس الاختراق بواسطة ابرة قياسية يتم تسليطها على العينة تحت ظروف محددة .

ما هي الظروف القياسية المحددة بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ لفحص الاختراق ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ ظروف اجراء فحص الاختراق وكما مبين لاحقا :

١- الوزن المؤثر ١٠٠ غم .

٢- زمن تأثير الابرة ٥ ثواني .

٣ -درجة حرارة العينة عند الفحص ٢٥ م^{o} .

ما هو الفرق بين اللزوجة المطلقة واللزوجة الحركية (الكينماتيكية) وما هي العلاقة بينهما ؟

لقد بينت المواصفات الامريكية ASTM D2170 , AASHTO T201 ما يلي :

اللزوجة المطلقة : هي قابلية المادة لمقاومة الحركة تحت تاثير **الضغط** وتقاس بوحدة (الداين) .

اللزوجة الحركية : هي قابلية المادة لمقاومة الحركة تحت تاثير **الجاذبية** وتقاس بوحدة (الستوك) .

كما مبينت المواصفات ان هناك علاقة بين اللزوجة الكينماتيكية و اللزوجة المطلقة وكما مبين لاحقا :

اللزوجة الحركية (الكينماتيكية) = اللزوجة المطلقة / الكثافة

ما هي الانظمة المعتمدة لتصنيف الاسفلت المستخدم في صناعة الخرسانة الاسفلتية بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور وماهي المتطلبات بموجب تلك الانظمة ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور معيارين لتصنيف الاسفلت المستخدم في صناعة الخرسانة الاسفلتية هما :

١- فحص اللزوجة .

٢- فحص الاختراق .

اولا – متطلبات الإسفلت الإسمنتي المصنف حسب اللزوجة :

الخاصية	صنف اللزوجة		
	AC-40	AC-30	AC-20
اللزوجة في ٦٠ سْ (بويز)	٨٠٠±٤٠٠٠	٦٠٠±٣٠٠٠	٤٠٠±٢٠٠٠
اللزوجة في ١٣٥ سْ، سنتي ستوك (حد أدنى) .	٤٠٠	٣٥٠	٣٠٠
– الاختراق (١٠/١) ملم عند ٢٥ سْ، ١٠٠ غم ،٥ ثا (حد أدنى)	٤٠	٥٠	٦٠
– درجة الاتقاد ، COC ، سْ (حد أدنى) .	٢٣٢	٢٣٢	٢٣٢
– الذوبان في محلول تراي كلورو اثلين ٪ (حد أدنى) .	٩٩	٩٩	٩٩
الفحص المتبقي من الصفيحة الرقيقة (بالفرن) .			
– اللزوجة في ٦٠ سْ ، بويز (حد أعلى) .	٢٠٠٠	١٥٠٠٠	١٠٠٠٠
– الاستطالة (سم) عند ٢٥ سْ ، ٥ سم/دقيقة (حد أدنى) .	٢٥	٤٠	٥٠

ثانيا – متطلبات الإسفلت الإسمنتي المصنف حسب الاختراق :

الخاصية	صنف الاختراق		
	٥٠-٤٠	٦٠-٥٠	٧٠-٦٠
١-الاختراق (١٠/١) ملم عند ٢٥ سْ،١٠٠غم ،٥ ثا .	٥٠-٤٠	٦٠-٥٠	٧٠-٦٠
٢- الاستطالة في درجة ٢٥ سْ،٥ سم/ دقيقة (سم) .	١٠٠<	١٠٠<	١٠٠<
٣- درجة الاتقاد، سْ .	٢٣٢<	٢٣٢<	٢٣٢<
٤- الذوبان في تراي كلورو اثلين (٪) .	٩٩<	٩٩<	٩٩<
٥- المتبقي من فحص الصفيحة الرقيقة في الفرن .			
– الاختراق المتبقي (٪ من الأصل) .	٥٥<	٥٣<	٥٢<
– الاستطالة في درجة ٢٥ سْ ،٥ سم / دقيقة (سم) .	٢٥<	٤٠<	٥٠<

ما هي طرق اخذ نماذج المواد الإسفلتية (القير) بموجب المواصفة القياسية العراقية ٦٨٥ لسنة٢٠٠١ ؟

تؤخذ النماذج من الخزانات والشاحنات والبراميل وتستخدم اوعية نظيفة وجافة ذات فوهة واسعة ومحكمة السد بسعة كافية تغطي كمية النموذج المراد فحصه وكالاتي :

١. اخذ النماذج من الخزانات :

يؤخذ (١لتر) من الإسفلت من الصمام الجانبي الموجود في قعر الخزان وتهمل الكمية الأولية من القير عند بداية فتح الصمام وقبل اخذ النموذج .

٢. اخذ النماذج من الشاحنات إثناء ملئها :

٢- ١ ويؤخذ النموذج من خط الأنابيب الموصل للشاحنة بواسطة صمام خاص يسمح بخروج المادة بمعدل ثابت و ملائم و تهمل الكمية الأولى من الإسفلت عند بداية فتح الصمام وقبل اخذ النموذج .

٢-٢ يؤخذ نموذج واحد بحجم (١لتر) إذا كان حجم الإرسالية (١٠٠٠ لتر) أو اقل (بعد ضخ ٥٠٪ من الإرسالية الى الشاحنة) . أما إذا كان حجم الإرسالية اكبر من (١٠٠٠ لتر) فيؤخذ (١ لتر) بعد ضخ (٢٠٪) من الإرسالية الى الشاحنة و (١ لتر) بعد ضخ (٤٠-٦٠٪) من الإرسالية و(١ لتر) آخر بعد ضخ (٨٠-٩٠٪) .

٣. اخذ النماذج من الشاحنات المملوءة :

تزال طبقة الماء المتراكمة على سطح الإسفلت أن وجدت ويؤخذ نموذج واحد بحجم (١لتر) بعد إهمال الكمية الأولى من الإسفلت .

٤. اخذ النماذج من البراميل :

٤-١ يتم اخذ البراميل عشوائيا على ان لايقل عددها عن حاصل الجذر التكعيبي للعدد الكلي للبراميل او حسب ما مذكور في الجدول المبين لاحقا .

٤-٢ يؤخذ من كل برميل (١لتر) وإذا كانت النماذج تمثل وجبة إنتاج واحدة فتمزج ويؤخذ نموذج بحجم (١لتر) لإجراء الفحوصات المختبرية .

عدد البراميل	عدد النماذج
٢-٨	٢
٩-٢٧	٣
٢٨-٦٤	٤
٦٥-١٢٥	٥
١٢٦-٢١٦	٦
٢١٧-٣٤٣	٧
٣٤٤-٥١٢	٨
٥١٣-٧١٩	٩
٧٢٠-١٠٠٠	١٠
١٠٠١-١٣٣٠	١١

الباب الثالث

المزيج الاسفلتي

ما هي طرق تصميم الخلطات الإسفلتية ، وما هي الطريقة المعتمد في المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

هناك أربعة طرق رئيسية لتصميم الخلطات الإسفلتية :

١- طريقة مارشال .

٢- طريقة فيم .

٣- طريقة هوبرد .

٤- طريقة سميث ثلاثية المحاور .

كما يوجد عدد من المعادلات التجريبية لحساب كمية الإسفلت مثل معادلة ماكيسون وفريكستات والتي تسمى معادلة كاليفورنيا .

ان الطريقة المعتمدة في تصميم معادلات المزيج الاسفلتي بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام / ٢٠٠٣ هي طريقة مارشال .

ما هي محددات استخدام طريقة مارشال ، وما هي مزايا هذه الطريقة ؟

لقد تم استخدام هذه الطريقة وتطويرها من قبل فيلق المهندسين للجيش الأمريكي خلال الحرب العالمية الثانية وتم تطبيقها على المزيج الساخن للتبليط الإسفلتي فقط باستعمال سمنت إسفلتي ذو درجات نفاذية معينة مع ركام ذو مقاس أقصى ٢٥ ملم (١ انج) أو اقل والطريقة تستخدم في الفحوصات المختبرية وإعمال السيطرة الموقعية للتبليط الإسفلتي ، حيث يتم في هذه الطريقة رسم علاقة نسبة الإسفلت بكل من الكثافة والثبات ونسبة الفراغات في الركام المعدني ونسبة الفراغات الهوائية .

ومن مزايا هذه الطريقة :

١ -ان هذه الطريقة تعتمد على خواص المزيج الإسفلتي (الثبات ، الزحف ، الكثافة ، الفراغات) .

٢ -اهتمام هذه الطريقة بخواص الفراغات والكثافة للمزيج الإسفلتي حيث ان هذا التحليل يضمن نسب حجميه ملائمة لمواد المزيج ليعطي مزيج أسفلتي ساخن (HMA) ذو تحملية جيدة .

٣ -ان الرص المختبري في هذه الطريقة يتم بطريقة (IMPACT) .

ما هي طرق تحديد نسب المزج لمكونات الركام في الخلطة الإسفلتية ؟

هناك ثلاث طرق لتحديد نسب الخلط لمكونات الركام عند اعداد معادلة الإسفلت :

أ – طريقة المحاولة والخطأ (trial and error method) : ان طريقة المحاولة والخطأ هي اكثر الطرق استعمالا وهي الطريقة المعتمدة من قبل المركز الوطني للمختبرات والبحوث الإنشائية .

ب – طريقة الحسابات (calculation method) : باستخدام معادلة النقطة الوسطية أو باستخدام المعادلات الآنية .

ج – طريقة الرسم البياني (graphical method) .

عند اعداد معادلة المزج الاسفلتية ، ايهما يفضل نمذجة المواد الركامية من القواديس الحاره او من الاكداس ولماذا ؟

يفضل نمذجة المواد الركامية لاعداد معادلة الخلط الاسفلتية من القواديس الحارة وليس من الاكداس حيث ان تلك المواد تكون مصنفة حسب المناخل في المعمل وتعطي نتائج افضل واقل تباينا لحدود التدرج عن معادلة المزج .

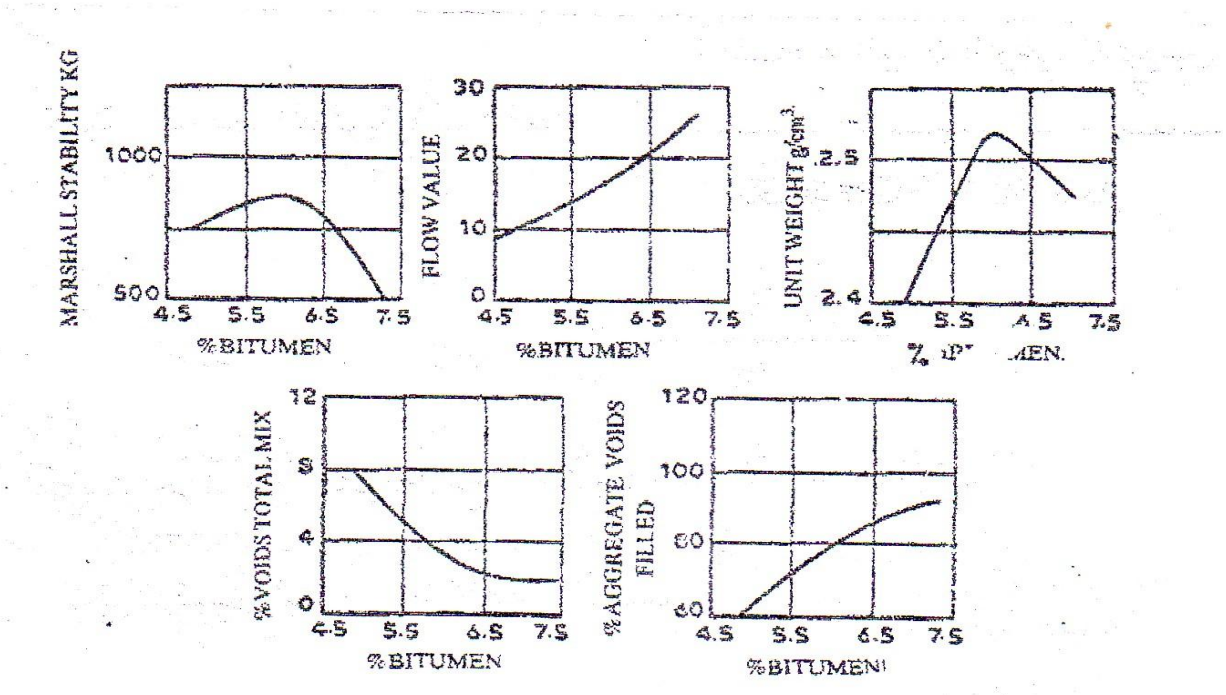
ما هي العلاقة بين الثبات و الديمومة في المزيج الاسفلتي ؟

الثبات العالي للمزيج الاسفلتي يشير الى ديمومة قليلة للمزيج كذلك فان الديمومة تكون قليلة عندما يكون الثبات قليل . وعليه يجب ان يكون هناك توازن بين قوة الثبات وديمومة الخلطة الاسفلتية .

بين شكل العلاقات المستحصلة بطريقة مارشال عند اعداد المعادلات الإسفلتية .

عند تصميم معادلات المزيج الاسفلتي بطريقة مارشال ، يتم رسم العلاقات التالية :

- قيمة الثبات مقابل المحتوى الإسفلتي .
- الزحف مقابل المحتوى الإسفلتي .
- الكثافة مقابل المحتوى الإسفلتي .
- نسبة الفراغات الهوائية مقابل المحتوى الإسفلتي .
- نسبة الفراغات في الركام المعدني مقابل المحتوى الإسفلتي .



بين خطوات اعداد معادلة المزج بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور (طريقة مارشال) .

يمكن تلخيص خطوات اعداد معادلة المزج بموجب الطريقة (AASHTO T245) المعتمدة في المواصفات العامة للطرق والجسور (طريقة مارشال) :

١ -يتم فحص الركام المراد استخدامه في اعداد المعادلة والذي يجب ان يكون قويا وبحجم وشكل مقبولين وخاليا من الطين والمواد الضارة .

٢ -يتم إجراء فحص التدرج لكل فئة من الركام الخشن والناعم والمادة المالئة .

٣ -يتم فحص الوزن النوعي (SG) لكل فئة من الركام .

٤ -تخلط فئات أحجام الركام الخشن والناعم والمادة المالئة بالنسب التي تعطي مزيج ركامي متدرج من الحجم الكبير الى الفلر بهدف الحصول على مزيج ذي فراغات هوائية محددة بموجب المواصفات أو معادلة المزج كما يجب ان تكون حدود التدرج لمعادلة المزج ضمن حدود المواصفات المعتمدة .

٥ -يتم خلط الركام المطلوب استخدامه في الخلطة الإسفلتية بنسب محددة من الإسفلت ضمن نسب الإسفلت المحددة في المواصفات لنوع الطبقة (٣ ،٣،٥ ،٤ ،٤،٥ و٥ ٪ .....الخ) ويتم الخلط جيدا بعد تسخين الإسفلت والركام الى درجات الحرارة المناسبة حيث يتم طرق قوالب مارشال بعدد لايقل عن ثلاثة قوالب لكل نسبة إسفلت وباعتماد المواصفة الأمريكية AASHTO T245 .

٦ -توضع نماذج الإسفلت التي تم تحضيرها في قوالب مارشال (ارتفاعها ٧٦،٢ ملم وقطرها الداخلي ١٠١،٦ ملم) ثم يتم رصها باستخدام مطرقة ذات وزن (٤،٥ كغم) وينزلق هذا الثقل بشكل حر لمسافة سقوط (٤٥٧ ملم) ، حددت المواصفات العامة للطرق والجسوران يتم طرق كل وجه لقوالب مارشال بـ (٧٥ ضربة) ولكافة الطبقات . يتم استخراج العينة من القالب الحديدي و توضع في حمام مائي درجة حرارته (٦٠ ± ١م°) لمدة (٣٠- ٤٠ دقيقة) ثم يتم الفحص مباشرة بجهاز فحص مارشال وبمعدل تحميل ٥٠،٨ ملم / دقيقة .

٧ -يستخرج الوزن النوعي للركام الممزوج (SGMA) .

٨ -تستخرج نسبة الفراغات في الركام المعدني .

٩ -يتم رسم العلاقات التالية :

- قيمة الثبات مقابل المحتوى الإسفلتي .
- الزحف مقابل المحتوى الإسفلتي .
- الكثافة مقابل المحتوى الإسفلتي .
- نسبة الفراغات الهوائية مقابل المحتوى الإسفلتي .
- نسبة الفراغات في الركام المعدني مقابل المحتوى الإسفلتي .

*اعتمدت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ الحد الادنى للفراغات في الركام المعدني (VMA) بدلا عن الفراغات المملؤة بالإسفلت ، حيث يمكن حسابيا استخراج قيمة (VMA) لكل نسبة إسفلت ومن ثم رسم العلاقة بين نسبة الفراغات في الركام المعدني ونسبة الإسفلت .

١٠- شكل المنحنيات المستحصلة :

- تزداد قيمة الثبات مع ازدياد المحتوى الإسفلتي الى الحد الأقصى ثم تبدأ بالتناقص .
- تزداد قيمة الزحف مع زيادة المحتوى الإسفلتي .
- منحني الكثافة الكلية يشبه منحني الثبات .
- تناقص نسبة الفراغات الهوائية مع ازدياد المحتوى الإسفلتي .

يؤخذ المعدل الحسابي لنسبة الإسفلت المقابلة لأعلى كثافة وأعلى ثبات ولمعدل الحدود الموصوفة لنسبة الفراغات الهوائية للمزيج الإسفلتي وبعدها يتم تدقيق خواص المزيج الإسفلتي المقابلة لنسبة الإسفلت المختارة مثل الكثافة والثبات والزحف ونسبة الفراغات في الركام المعدني ومقارنتها بالمعايير المحددة .

في حالة فشل خواص المزيج الإسفلتي في مطابقة المعايير الموصوفة يجب إعادة النظر في نسبة الإسفلت أو تدرج الركام أو كليهما وذلك لغرض الحصول على مزيج تكون خواصه ضمن الحدود المسموح بها . يتم طرق قوالب مارشال بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ ولكافة الطبقات الإسفلتية بـ٧٥ضربة لكل وجه باستخدام مطرقة مارشال القياسية .

نوع المواد	السماحات
الركام العابر من منخل ٤،٧٥ ملم أو اكبر .....(٪)	٦ ±
الركام العابر من منخل ٢،٣٦ملم الى ٠،٣ ملم..... (٪)	٤ ±
المادة المالئة العابرة من منخل رقم ٢٠٠ (٠،٠٧٥ ملم) .....(٪)	٢ ±
نسبة الإسفلت ..... (٪)	٠،٣ ±
درجة حرارة الخلط ..... (م°)	١٥ ±

جدول يبين السماحات لحدود معادلة المزج بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور

كيف يتم حساب نسبة الفراغات في الركام المعدني للمزيج الاسفلتي المستخدم في اعمال الطرق بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ اعتماد الحد الادنى للفراغات في الركام المعدني (V.M.A) بدلا من الفراغات المملؤة بالاسفلت ، حيث يتم استخراج (V.M.A) حسابيا من المعادلات المبينة لاحقا :

$$V.M.A = 100 - \frac{D \times Pa}{Gsb}$$

$$Gsb = \frac{P1+P2+P3+P4}{\frac{p1}{g1}+\frac{p2}{g2}+\frac{p3}{g3}+\frac{p4}{g4}}$$

D = Bulk density of compacted mix gm/cm^3

Pa = Aggregate content by weight of total mix %

Gsb= Bulk specific gravities for total aggregate .

P1,P2 ,P3 ,P4 = Respective percents by weight of aggregate 1, 2,3,4 .

g1,g2,g3,g4 = Respective specific gravities of aggregate 1,2,3,4 .

احسب نسبة الفراغات في الركام المعدني لخلطة اسفلتية تحتوي على اسفلت بنسبة ٤،٥ ٪ وكثافتة الاسفلت المرصوصة ٢،٣٢٤ غم / سم^{٣} وتحتوي على نوعين من الركام الخشن وركام ناعم ومادة مالئة والمبينة نسبها واوزانها النوعية كما في الجدول .

المادة	ركام ذو مقاس خشن	ركام ذو مقاس وسط	ركام ناعم	مادة مالئة
نسبة الخلط ٪	٢٠	٣٠	٤٥	٥
الوزن النوعي غم / سم^{٣}	٢،٦٦٧	٢،٦٥١	٢،٥٦٦	٢،٧١

Gsb = 100/ [(20/2.667)+(30/2.651)+(45/2.566)+(5/2.71)
= 2.618
D = 2.324 gm /cm3
Pa = 100-4.5 = 95.5 %
V.M.A = 100 – [(2.324 ×95.5) / 2.618]
= 15.22 %

ما هي نسبة الفراغات في الركام المعدني لطبقات المزيج الاسفلتي بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور R9 المعدلة لعام ٢٠٠٣ ؟

حددت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ متطلبات نسبة الفراغات في الركام المعدني لطبقات المزيج لاسفلتي وكما مبين لاحقا :

نوع الطبقة الاسفلتية	سطحية	رابطة	اساس
نسبة الفراغات في الركام المعدني (٪) حد ادنى	١٤	١٣	١٢

ما اهمية الفراغات المتبقية في المزيج الاسفلتي بعد اتمام عملية الحدل ؟

ان اهمية الفراغات المتبقية في المزيج الاسفلتي بعد اتمام الحدل تكمن في :
١- السماح لتمدد الاسفلت والهواء المحصور في ايام الصيف الحار .
٢- اعطاء المزيج الاسفلتي المرونة الملائمة .
٣- اعطاء مجال ملائم للحدل الاضافي الناتج عن المرور الكثيف .

هي واجبات المهندس المشرف عند الاشراف على مشاريع الخرسانه الاسفلتيه ؟

هناك مجموعة من الواجبات التي تقع على عاتق المهندس المشرف عند الاشراف على اعمال الخرسانة الاسفلتية ومنها :

١. مطالبة المقاول او جهة التنفيذ بأعداد معادلة للمزيج الاسفلتي للطبقة المراد تنفيذها ومن ثم اجراء فحوصات تجريبيه لنماذج المزيج الاسفلتي (قبل المباشرة بأعمال المشروع) لغرض تحديد الانحرافات ومعالجتها .

٢. اجراء فحوصات تدقيقيه بين فترة واخرى لمادة القير والفلر لتحديد صلاحيتها للعمل وكذلك التاكد من متانة المواد الركامية الداخلة في المزيج الاسفلتي من خلال اجراء الفحوص اللازمة لهذا الغرض .

٣. تدقيق ميازين معامل الاسفلت ومقاييس درجة الحرارة (المحارير) وذلك بتعييرها لدى الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعيه او الجهات المعتمدة في هذا المجال .

٤. يجب التأكد ان درجة حرارة الركام لاتزيد بمقدار (١٥م^{o}) عن درجة حرارة القير في مازجة معمل الاسفلت لتجنب فرط التسخين والمزيج المتفحم (المحترق) وكذلك حدوث الرغوة بسبب الرطوبه .

٥. يجب ان يكون لدى المهندس المشرف محرار معيير لغرض تدقيق درجة الحرارة للمزيج الاسفلتي موقعياً .

٦. تدقيق الفارشة من حيث السرعة وامكانية توسيع الدليل بما يتناسب مع عرض الطريق المراد تنفيذ وكذلك كفاءة مسخن الدليل والهزاز .

٧. ملاحظة تغطية كل حمولة بغطاء سميك او اية وسيله مناسبة لحماية المزيج من الظروف الجوية ومن الغبار وكذلك حمايته من فقدان الحرارة .

٨. اختيار حادلات ذات اوزان مناسبة بما يتناسب نوع الطبقه المحدوله وتدقيق سرعة الحادله وكفاءة مرشاتها وكذلك ضغط الهواء داخل الاطارات المطاطيه .

٩. تدقيق مطابقة مناخل المعمل مع المناخل التي سحبت عليها المواد عند اعداد المعادلة من حيث العدد ومقاس الفتحة .

ما هو تأثير استخدام الحادلات المطاطية المستخدمة لحدل طبقات الخرسانة الإسفلتية على الثبات ؟

ان استخدام الحادلات المطاطية في حدل طبقات المزيج الاسفلتي يؤدي الى تنظيم اجزاء ودقائق الركام المستعمل كما يضمن التشوه بالحد الادنى تحت حركة المرور الكثيفة ولذلك فان استعمال الحادلات المطاطية لرص خلطات الاسفلت يؤدي الى زيادة الثبات .

كيف يتم فرش طريق بالخرسانة الاسفلتية عندما يكون عرض الطريق اكبر من من عرض الفارشة ؟

اشارة المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ الى معالجة هذه الحالة من خلال استخدام فارشتين بحيث تكون الكبيرة الى الامام والصغيرة في الخلف على مسافة ١٥ م تقريبا أي على شكل تنظيم قفلي (Echelon) .

ما هي اوزان الحادلات المستخدمة في حدل التبليط الاسفلتي بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

يجب ان تحدل المواد بعد فرشها بشكل متجانس بواسطة حادلة ستيل ناعمه ذات وزن ٨٠٠٠ – ١٠٠٠٠ كغم بحيث يكون عرض دولاب الحادلة لايقل عن ٤٥ سم أو بواسطة حادله مطاطية متعددة الدواليب ذات وزن متساوي عدا الطبقة الرابطة والسطحية يجب ان يعدل سطحها بحادله ملساء .

ما هي متطلبات المزيج الإسفلتي المستخدم في تبليط الطرق بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور R9 ؟

لقد حددت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام / ٢٠٠٣ مجموعة من المتطلبات الواجب تحقيقها للمزيج الاسفلتي المستخدم في اعمال التبليط الاسفلتي للطبقات (اساس ، رابطة ، سطحية) وكما مبين في الجدول التالي :

ت	الفحص		المتطلبات			
			سطحية		رابطة	أساس
			IIIB	IIIA	II	I
١-	التدرج / نسبة المار من منخل قياس (ملم)	٣٧,٥	-	-	-	١٠٠
		٢٥,٠	-	-	١٠٠	١٠٠-٩٠
		١٩,٠	-	١٠٠	١٠٠-٩٠	٩٠-٧٦
		١٢,٥	١٠٠	١٠٠-٩٠	٩٠-٧٠	٨٠-٥٦
		٩,٥	١٠٠ -٩٠	٩٠-٧٦	٨٠-٥٦	٧٤-٤٨
		٤,٧٥	٨٥ -٥٥	٧٤-٤٤	٦٥-٣٥	٥٩-٢٩
		٢,٣٦	٦٧ -٣٢	٥٨-٢٨	٤٩-٢٣	٤٥-١٩
		٠,٣	٢٣ -٧	٢١-٥	١٩-٥	١٧-٥
		٠,٠٧٥	١٠-٤	١٠-٤	٩-٣	٨-٢
٢-	نسبة الإسفلت (٪)		٦-٤	٦-٤	٦-٤	٥,٥-٣
٣-	نسبة الفراغات الهوائية (٪)		٥-٣	٥-٣	٥-٣	٦-٣
٤-	قوة ثبات نموذج مارشال (كن) (حد أدنى)		٨	٨	٧	٥
٥-	زحف نموذج مارشال (ملم)		٤-٢	٤-٢	٤-٢	٤-٢
٦-	نسبة الحصى المكسر (٪) (حد أدنى)		٩٠	٩٠	٩٠	-
٧-	نسبة الفراغات في الركام المعدني (٪) حد أدنى		١٤	١٤	١٣	١٢
٨-	نسبة الحدل (٪) حد أدنى من كثافة مارشال المختبريه		٩٧	٩٧	٩٧	٩٧

الطبقة السطحية (IIIA) : هي الطبقة السطحية الاعتيادية لتبليط واكساء الطرق الاسفلتية بسمك ٤ سم او اكثر .

الطبقة السطحية (IIIB) : هي طبقة سطحية ذات تدرج ناعم تستخدم في الطبقات التعديلية ولتبليط المماشي والارصفة واحيانا لتبليط الجزرات الوسطية وبسمك ٣ سم او اقل ويمكن اعتبارها خلطة اسفلتية رملية (sand mix) قد تستخدم لمعالجة الشقوق الواسعة في التبليط والمعالجات السطحية .

ما هي الامور الواجب مراعاتها عند تنفيذ اعمال المزيج الاسفلتي ؟

هناك عدة امور يتطلب مراعاتها عند تنفيذ اعمال المزيج الاسفلتي :

١. ضرورة التخلص من الرطوبة السطحية للركام الناعم والخشن في الاكداس وذلك بواسطة تقليب اكداس المواد بواسطة الشفل او اية وسيلة اخرى .

٢.تسخين المواد الركامية والقير بموجب المواصفات .

٣.تدقيق كفاءة اذرع الخلاط لمعمل الاسفلت بما يضمن خلط جيد ومتجانس .

٤. تكون مدة مزج الركام الساخن في المازجة قبل اضافة الاسفلت (١٥) ثانية ويتبعها عملية مزج مواد الركام الساخن والفلر والقير في المازجة لمدة (٣٠-٤٥) ثانية .

٥. يجب تنظيف اطارات السيارت الناقله للاسفلت من الاتربه والاطيان قبل دخولها على طبقة البرايم كوت او التاك كوت بواسطة ضاغطة الهواء .

٦. يجب الاهتمام بقطع المفاصل العرضية وتنظيفها وطلائها بطبقة من التاك كوت وتسخينها بواسطة (هيتر) الفارشة الموجود في الدليل .

٧.يجب توفر عدد كافي من عمال المجاريف في الموقع .

٨.يجب ازالة الاسفلت من امام عجلات الفارشة عند الفرش .

٩.الاهتمام بحدل المفاصل العرضية والطولية بموجب المواصفات .

١٠. لايسمح بفرش طبقة اسفلت بمقاطع قصيرة لان ذلك يؤدي الى كثرة المفاصل العرضية وهو من الامور غير المرغوب بها عند انشاء الطرق .

١١. ضرورة اعتماد المهندس المشرف الضوابط الصادرة عن الهيئة العامه للطرق والخاصة بمعالجة الانحرافات في المزيج القيري وخاصة فيما يتعلق بأعتماد معدل ثلاثة فحوصات (بضمنها الفحص الاصلي) في اجراء الاستقطاعات او الاجراءات الاخرى دون اهمال الفحوصات الفاشله .

ما هي الحالة المرفوضة لتدرجات المواد الركامية في مزيج الخرسانة الاسفلتية ولماذا ؟

لقد اشارة المواصفات العامة للطرق والجسور الى ضرورة ان تكون التدرجات النهائية لمواد الركام المستخدم في انتاج المزيج الاسفلتي بحيث لا تتراوح بين الحد الادنى لمنخل والحد الاعلى للمنخل المجاور بل يجب ان تكون بتدرج متناسق لغرض الحصول على افضل كثافة ، وفي خلاف هذه الحالة يعتبر المزيج الاسفلتي مرفوض .

كيف يتم زيادة مقدار معامل القوة المتبقية عمليا ؟

يمكن زيادة معامل القوة المتبقية باستخدام ركامات ذات اجزاء مكسره اضافة الى استخدام احد المضافات التالية :

١- المواد المضادة للانسلاخ .

٢- النورة المطفأة .

٣- السمنت البورتلاندي .

في حالة تعذر إجراء فحص دليل القوة المتبقية، فما هو الفحص البديل وما هي المتطلبات لكل نوع من أنواع طبقات الخرسانة الإسفلتية بموجب مواصفات الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

اشارة المواصفات العامة للطرق والجسور بموجب الفقرة (٨٩) من التعديل الشامل لعام ١٩٩٩ الى امكانية إجراء فحص النقصان في ثبات قوالب مارشال في حالة تعذر إجراء فحص القوة المتبقية . كما بينت هذه المواصفات متطلبات فحص النقصان في الثبات وكما مبين في الجدول:

نوع الطبقة	النقصان في الثبات (٪)
أساس	≤ ٣٥
رابطة	≤ ٢٥
سطحية	≤ ٢٥

ما أهمية النمذجة عند اخذ عينات من الخرسانة الإسفلتية لأغراض الفحوص الروتينية ؟

تعتبر عملية النمذجة احد العناصر المهمة عند إجراء الفحص والتي يمكن ان تأثر بشكل كبير على النتائج المختبرية ، الا ان المواصفات تشدد على ضرورة الاهتمال والدقة عند اخذ عينات من المزيج الإسفلتي لأغراض الفحوصات المختبرية حيث ان أهمية النمذجة تعادل أهمية الفحص نفسه وكما ورد في المواصفة الأمريكية ASTM D979-01 والخاصة بأخذ نماذج الإسفلت- الفقرة (4.1.1) حيث جاءت العبارة التالية : " sampling is equally as important as the testing "

ماعدد النماذج الواجب اخذها لغرض اجراء الفحوص الروتينية للخرسانة الاسفلتية بموجب :
١- المواصفات العامة للطرق والجسور .
٢- مسودة المواصفة العراقية ٢٨٣٧ لسنة ١٩٨٨ .

١- بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور : على الاقل نموذج لكل يوم عمل ومن كل معمل .
٢- بموجب مسودة المواصفة العراقية ٢٨٣٧ لسنة ١٩٨٨ : ان عدد النماذج المأخوذة يعتمد على مستوى الدقة والاختلاف المطلوب احتسابها بحيث يكون عدد النماذج كافيا لاعطاء النتيجة الموثوق بها .

كيف يتم نقل وترقيم عينات الخرسانة الإسفلتية لأغراض الفحوص الروتينية ؟

لقد بينت مسودة المواصفة العراقية ٢٨٣٧ لسنة ١٩٨٨ طريقة نقل وترقيم نماذج الاسفلت لاغراض الفحوص الروتينية وكما يلي :
نقل النماذج : تنقل النماذج في حاويات بطريقة تمنع فقدان المكونات او تلوث أي جزء منها أو حدوث أي تلف نتيجة معاملتها بصورة خاطئة اثناء النقل .
ترقيم النماذج : ترقم النماذج بصورة واضحة تتضمن المعلومات الكافية والتي يمكن الاستفادة منها مثل اسم المشروع والموقع ورقم الطريق للنماذج المأخوذة من الموقع . اما النماذج المأخوذة من المعمل فيتضمن الترقيم اسم صاحب المعمل ونوع المعمل وحجم الدفعة ونوع المواد الاولية المستخدمة في المزج ومعادلة المزج المعملية .

ما هي طرق اخذ عينات الخرسانة الإسفلتية بموجب مسودة المواصفة العراقية ٢٨٣٧ لسنة ١٩٨٨ لأغراض الفحوص الروتينية ؟

لقد بينت مسودة المواصفة العراقية ٢٨٣٧ لسنة ١٩٨٨ الى امكانية اخذ عينات من الخرسانة الاسفلتية لاغراض الفحوص الروتينية وكما مبين لاحقا :

أ – اخذ النماذج من الحزام الناقل : يوقف الحزام الناقل وهو محمل بالمكونات وتغرز صفيحتان ذات شكل مشابه لمقطع الحزام الناقل خلال المزيج وعلى مسافات معينة بحيث تكون المواد المحصورة بينهما كافية لغرض الفحص كما تفرغ المكونات المحصورة بين الصفيحتين في وعاء ملائم لغرض الفحص .

ب – اخذ النماذج من السيارات الناقلة : يتم اخذ النماذج بصورة عشوائية وعلى شكل اجزاء متساوية لا تقل عن ثلاثة تؤخذ من مناطق مختلفة ثم تجمع لتشكل نموذج واحد مساوي او يزيد على الكتل المحددة في الجدول المبين لاحقا :

المقاس الاسمي الاقصى للركام (ملم)	الكتلة التقريبية للخليط غير المرصوص (حد ادنى) كغم	المساحة التقريبية للخليط المرصوص (حد ادنى) سم^{٢}
٢،٣٦	١،٨	٢٣٢
٤،٧٥	١،٨	٢٣٢
٩،٥	٣،٦	٢٣٢
١٢،٥	٥،٤	٤١٣
١٩	٧،٣	٦٤٥
٢٥	٩،١	٩٢٩
٣٨،١	١١،٣	٩٢٩
٥٠	١٥،٩	١٤٥٣

ج – اخذ النماذج من الطرق المعدة للرص : تؤخذ النماذج بطريقة عشوائية على ان يكون النموذج مؤلفا من ثلاث اقسام متساوية تقريبا من المكونات ، ثم تمزج لتكوين النموذج النهائي والذي يجب ان لا تقل كتلته عن الكتلة المحددة في الجدول المبين انفا ، وتؤخذ تلك الاجزاء من كامل عمق الطبقة مع ضرورة التأكد من عدم تضمن النموذج للمواد المكونة للطبقات السفلى من الطريق ويكون من الافضل وضع قوالب على الطريق قبل رصفه بالاسفلت لتؤمن اخذ اجزاء متساوية بالكتلة من المكونات لتحضير نموذج الفحص .

د – اخذ النماذج من الطرق المرصوصة : تؤخذ النماذج بصورة عشوائية من الطريق ويؤخذ النموذج مكونا من عينتين متساويتين تقريبا على الاقل يتم اختيارهما عشوائيا من تلك المناطق . يجب مراعاة اخذ النموذج ممثلا لجميع مواد الطريق ولكامل عمق الطبقة مع ملاحظة ضرورة عدم تضمن النموذج لاي من المواد للطبقات السفلى للطريق .

ما تأثير تقادم الزمن على نتائج فحص :

١– نسبة الإسفلت في مزيج الخرسانة الإسفلتية .

٢- نسبة الفراغات الهوائية في مزيج الخرسانة الاسفلتية .

١- نسبة الاسفلت : لقد بينت المواصفة الأمريكية AASHTO T164-10 ، ASTM D2172-01 ان النتائج المستحصلة يمكن ان تتأثر بعمر المواد المفحوصة حيث ان العينات القديمة تميل الى إعطاء محتويات اقل للإسفلت الرابط كما ان أفضل النتائج يمكن الحصول عليها عندما يتم إجراء الفحص على الخلطات و التبليط بعد فترة قصيرة من تهيئتها .

ان من الصعب ازالة كل الإسفلت الرابط عندما يتم استخدام بعض الركامات كما ان بعض المذيبات يمكن ان تبقى ضمن المادة المعدنية وهذا يؤثر على مقدار محتوى الإسفلت الرابط .

٢- نسبة الفراغات الهوائية : ان نسبة الفراغات الهوائية تتغير بتغير خواص المواد المكونة للمزيج الاسفلتي حيث تتغير كافة خواص هذه المواد بمرور الزمن بفعل العوامل التالية :

أ- حركة المرور .

ب- العوامل المناخية .

حيث ينعكس تأثير هذان العاملان بصورة مباشرة او غير مباشرة على نسبة الفراغات الهوائية وكما مبين لاحقا :

اولا- تساهم حركة المرور بمرور الزمن في ضغط طبقات الاسفلت مما يؤدي الى تداخل جزيئات الركام مع بعضها وتقليل الفراغات الهوائية بالملىء الزائد للمادة الاسفلتية .

ثانيا – زيادة درجات الحرارة تؤدي الى زيادة ليونة المادة الرابطة (القير) وتغير لزوجتها وحركتها مما يؤدي الى الملىء الزائد للفراغات الهوائية .

كيف يتم تحديد محتوى الرطوبة في الخلطات الاسفلتية المراد تحديد نسبة الاسفلت فيها بموجب المواصفة الامريكية AASHTO T164-10 ؟

لقد بينت المواصفة AASHTO T164-10 طريقتين لتحديد محتوى الرطوبة في الخلطات الاسفلتية الساخنة :

١- اتباع الخطوات الموصوفة في المواصفة AASHTO T110 .

٢- تجفيف كامل عينة الفحص بالفرن بدرجة حرارة (١٠٥- ١٦٥ م°) لحين ثبوت الوزن .

ما هي الطرق المعتمدة لايجاد نسبة الاسفلت في خلطات المزيج الاسفلتي بموجب المواصفات الامريكية ؟

هناك ثلاث طرق موصوفة في المواصفات الامريكية لتحديد نسبة الاسفلت في خلطات المزيج الاسفلتي :

١- الطريقة القياسية لفحص الاستخلاص الكمي للاسفلت الرابط من مزيج الاسفلت الساخن بموجب المواصفة الامريكية AASHTO T164-10 ، ASTM D2172-01 .

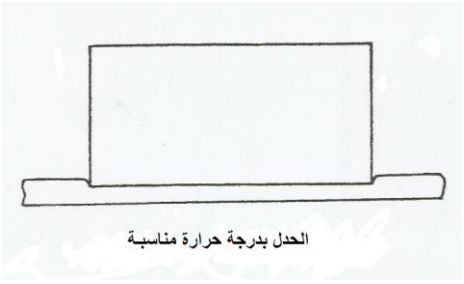
٢- الطريقة القياسية لفحص محتوى الاسفلت في مزيج الاسفلت الساخن بطريقة الحرق (ASTM D6307-98) .

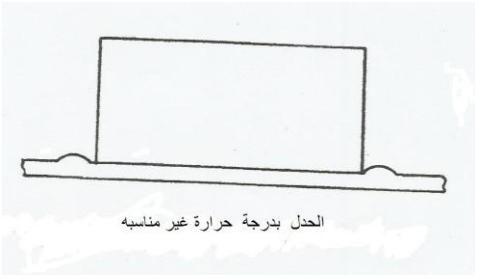
٣- الطريقة القياسية لفحص محتوى الاسفلت للخلطات الاسفلتية بالطريقة النووية (ASTM D4125-94) .

ما هي الامور الواجب مراعاتها عند القيام باعمال حدل طبقات المزيج القيري ؟

من الامور الواجب مراعاتها عند تنفيذ اعمال حدل طبقات المزيج القيري :

١. يجب ان تكون درجة حرارة المزيج الاسفلتي عند وضعه بالفارشة ١٢٠ م^{o} للطبقة الاساس والرابطة و ١٣٠ م^{o} للطبقة السطحية (مع وجود سماحات ± ١٠ م^{o} ضمن صلاحيات المهندس المشرف) ومباشرة بعد الفرش يتم تدقيق استوائية السطح وحدله بشكل تام ومتجانس بالحادلة مع ملاحظة عدم حصول زحف (Crawl) في الخرسانة الاسفلتية وعدم حصول انتفاخ (ridge) في طبقة التبليط على جانبي دواليب الحادلة وكما في الشكل ، وبصورة عامة يبدأ الحدل حالما تكون الفرشة الجديدة قادرة على تحمل وزن الحادلة بدون حركة او ازاحة المزيج .


الحدل بدرجة حرارة مناسبة


الحدل بدرجة حرارة غير مناسبه

٢. في مناطق الانحدار الجانبي عند الاقواس الافقية (super elevated curves) يباشر اولاً بالحدل من الجهه الواطئة ومتقدماً الى الجهه الاعلى .

٣. في مناطق المنحدرات ومقتربات الجسور يكون حدل الاسفلت كما يلي :

أ – في مناطق الصعود : يبدأ الحدل بحيث تكون اسطوانة القيادة في الخلف حيث ان ذلك ينقل قوى قص اعلى على المنحدر وتقوم الاسطوانة الامامية بحدل مسبق للاسفلت ويؤدي ذلك الى اسناد الاسطوانة الخلفية .

ب – في مناطق الانحدار : يبدأ بالحدل بحيث تكون اسطوانة القيادة في الخلف حيث ان وزن الحادلة تحدث قوى رص من خلال اسطوانتها .

٤. في كل (pass) للحادلة يتم تغطية (pass) للحادلة التي سبقتها بحوالي نصف عرض الدولاب الخلفي للحادلة .

٥. يجب ان تكون سرعة الحدل اقل بقليل من سرعة المشي الطبيعيه (٣ كم / ساعة) ويكون عدد مرات الحدل (NO. of passes) اعتماداً على سمك الفرشه .

٦. تكون دواليب الحادله نظيفه وصقيله لمنع التصاق المزيج الاسفلتي بالدواليب كما يجب ابقاء الدواليب رطبه مع تجنب زيادة رش الماء لانه يسبب البرودة الفجائية لقشرة الطبقة السطحية مما يولد تشققات شعرية عند مرور الحادله .

٧.يكون ضغط الاطارات للحادله المطاطيه (٧٥–١٢٠) باون / انج ^{٢} .

٨.عدم السماح بوقوف الحادله على الاسفلت الحار عندما تكون درجة حرارة المزيج اكثر من ٧٠م^{o} .

ماهي الترددات الخاصة بفحوص نسبة الحدل (الكثافة الموقعية) والسمك للخرسانة الإسفلتية المفروشة لأعمال الطرق بموجب تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

أولا – حددت المواصفات العامة للطرق والجسور متطلبات تردد فحص الكثافة الموقعية لطبقات التبليط الاسفلتي بموجب الفقرة R9–14(b) وكما يأتي :

١– نموذجين لكل يوم عمل لا يقل حجم النموذج الواحد (٣٠ × ٣٠) سم (٩٠٠ سم^{٣}) واعتمادا على المقاس الأقصى للركام وبموجب المواصفة AASHTO T164 .

٢– نموذجين من اللباب لكل يوم عمل أو لكل كيلو متر ولكل اتجاه على ان يكون النموذج الواحد مكون من عينتين لباب عدد (٢) قطر اللباب لا يقل عن ١٠ سم .

ثانيا – يكون تردد فحص استخراج السمك بموجب ما جاء في الفقرة R9–17 من خلال أخذ لباب عدد (٢) لكل كيلو متر ولكل اتجاه واعتماد معدل السمك لكل كيلومتر .

ما هي الامور الواجب مراعتها عند نقل المزيج الاسفلتي ؟

يجب مراعاة الامور المدرجة لاحقاً عند نقل المزيج الاسفلتي :

١– تجنب حدوث الانعزال عند التحميل والتفريغ .

١. كل حمولة يجب تغطيتها بغطاء سميك من القماش او اية وسيلة لحماية المزيج من الظروف الخارجية او من الغبار وحمايته من فقدان الحرارة .
٢. يجب ان يكون عدد الشاحنات كافية لضمان استمرار وصول المزيج الى الموقع بدون انقطاع .
٣. يجب تزييت بدن الشاحنات الناقله للمزيج القيري بزيت خفيف او بارافين او محلول من الجير لمنع التصاق اجزاء من الاسفلت به .

ما هي محددات اعمال التبليط بالخرسانه الاسفلتية ؟

تتوقف اعمال الخرسانه الاسفلتية في الحالات التالية :

١. الاجواء الرطبة والممطرة .
٢. اثناء هبوب العواصف الترابيه والتي يمكن ان تؤدي الى تلوث المزيج الاسفلتي بالاتربة .
٣. وجود مياه متجمعة على سطح التبليط .
٤. انجماد الطبقة السطحية او اذا كان السطح مغطى بطبقة من الثلج او الصقيع .
٥. اذا كانت درجة الحرارة للجو (٥م^{o}) وتميل الى الانخفاض .

كيف يتم معالجة المفاصل الطولية والعرضية والشقوق في الارضيات الخرسانية عندما يراد تبليطها بالخرسانة الاسفلتية ؟

اشارة المواصفات العامة للطرق والجسور العدلة لعام ٢٠٠٣ الى ضرورة ملىء المفاصل الطولية والعرضية والشقوق الموجودة في الارضيات الخرسانية بـ (معجون قيري خاص) وبموجب المواصفة BS2499(1973) صنف A .

ما هي الحالات التي اجازت بها المواصفات العامة للطرق والجسور استخدام المعدات اليدوية لفرش المزيج الاسفلتي ؟

اجازت المواصفات العامة للطرق والجسور استخدام المعدات اليدوية لفرش المزيج الاسفلتي في الحالات التالية :

١- تنظيم الاسماك المختلفة .

٢- في الاماكن المحصورة التي لا يمكن استعمال الفارشة .

٣- في المماشي .

٤- في مقتربات المفاصل الاتساعية للجسور والقنوات .

٥- في اسفلت الحشو (Mastic Asphalt) الذي يجب وضعه بموجب الطريقة BS 1447 .

ما هي محددات الرفض أو القبول لاستوائية الطرق المبلطة بالخرسانة الإسفلتية بموجب المواصفات المحددة من قبل الهيئة العامة للطرق والجسور ؟

الاستوائية هي الاختلاف في المسقط الجانبي لسطح الطريق تقاس بالمسطرة ذات العجلات لا يسمح بان يزيد انحراف الاستوائية عن ١٠ملم القياسات في الجدول تفحص بالمسطرة ذات العجلات على طول أي خط مواز للخط لمركزي للطريق تقاس الاستوائية عرضيا في نقاط تحدد من قبل المهندس المشرف بمسطره طول ٤ م توضع المسطرة بزاوية قائمه مع الخط المركزي الطولي للطريق ويكون الحد الأعلى لانحراف سطح التبليط لايسمح بان يزيد عن ٣ ملم .

الاستوائية الطولية لسطح الطبقة السطحية والطبقة الرابطة والأساس يجب ان تكون ضمن الحدود للاستوائية في الجدول المبين لاحقا لمسافة ٣٠٠م والذي يبين عدد المرات المسموحة للانحراف .

الاستوائية / الطبقة	٤- ٥,٩ ملم	٦- ١٠ ملم
الطبقة السطحية	٢٠	٢
الطبقة الرابطة أو الأساس	٤٠	٣

الحد الأعلى المسموح به لاستوائية السطح

الباب الرابع

معامل الاسفلت

ما هي المواصفات العالمية التي حددتها المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ لمتطلبات معامل الاسفلت كذلك المواصفات الخاصة بالية الانتاج والتشغيل ؟

لقد اشارة المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ الى ضرورة ان تكون متطلبات معامل الاسفلت المستخدمة في انتاج المزيج الاسفلتي لاعمال الطرق مطابقة لمتطلبات المواصفة ASTM D995 كما يجب ان تكون عمليات الخلط الإسفلتي مطابقه لمتطلبات ASTM D290 من ناحية الإنتاج والتشغيل ومعالجة المواد .

ما هي أنواع معامل الإسفلت بموجب المواصفة الأمريكية ASTM D995 ؟

لقد حددت المواصفة الأمريكية ASTM D995 نوعين لمعامل الإسفلت :

١- معامل الإسفلت الوزنية (Batch type asphalt plant) :

يتم تصنيف مواد الركام الساخن والمجزأ بعد الغربلة الى أحجام مختلفة حيث يتم سحب تلك الإحجام من الحاويات الساخنة (Hot bins) بالوزن المطلوب من كل حجم وحسب معادلة المزج ويتم تجميعها في كفة الميزان الكبير ثم يتم ضخها الى المازجة كما يتم ضخ الفلر بالوزن المطلوب وكذلك يتم ضخ الإسفلت الساخن بالوزن المطلوب وبالتالي نحصل على مزيج إسفلتي مطابق لمعادلة المزج .

١ -معمل الإسفلت ذات المزج المستمر (continuous mix type asphalt plant) :

يتم سحب مواد الركام الساخن المتدرج من الحاويات الحارة (Hot bins) بنسب مثبته بموجب معادلة المزج وذلك بواسطة التحكم في بوابات ذات فتحات قابلة للتنظيم ويجري سحب وضخ هذه المواد الى المازجة بواسطة قوايش وبصورة أوتوماتيكية كما يجري رش القير الساخن على مواد الركام داخل المازجة وبالكمية المطلوبة لإنتاج مزيج إسفلتي مطابق لمعادلة المزج .

ما هي الصيغة الرياضية التي يتم بموجبها حساب زمن المزج لمعامل الإسفلت ذات المزج المستمر ؟

لقد بينت المواصفة الامريكية ASTM D995 الى امكانية تحديد زمن المزج لمكونات الخلطة الاسفلتية لمعامل الاسفلت ذات المزج المستمر بموجب المعادلة التالية :

زمن المزج ، ثانية = (السعة الكلية للمازجة ، كغم) / (انتاجية المازجة ، كغم / ثانية)

ما هو تأثير كل مما يأتي على خواص الإسفلت وكيف يتم معالجة ذلك ؟

١- رفع درجة حرارة الإسفلت في الخزان كثيرا ولفترة طويلة .

٢- تسخين مواد الركام الى درجات حرارة عالية وإطالة مدة خلطها داخل المازجة .

إن رفع درجة حرارة الإسفلت في الخزان كثيرا ولفترة طويلة وكذلك تسخين مواد الركام الى درجات حرارة عالية وإطالة مدة خلطها داخل المازجة تسبب تأكسد مكونات الإسفلت الثلاثة (الاسفلتين و الرزن و مادة الزيت) حيث يتحد أوكسجين الهواء مع هيدروجين المكونات آنفا مكونا الماء ويؤدي ذلك الى زيادة حجم و كثافة نواة الإسفلت وكذلك زيادة كمية مادة الرزن وتقليل كمية الزيت مما يؤدي الى فقدان مرونة الإسفلت ويتحول الإسفلت بمرور الزمن الى مادة متفتتة مما يؤدي الى حدوث تشققات في سطح التبليط وتطاير جزيئات الركام منه لدى مرور المركبات فوق الطريق . ومن اجل معالجة الحالات المذكورة آنفا فان المواصفات توصي بعدم الإفراط بتسخين القير في الخزانات إضافة الى إن تكون درجة حرارة الركام عند خلطه مع القير بحيث لا تزيد عن (١٥م°) عن درجة حرارة القير في مازجة معمل الإسفلت .

مثال توضيحي : اذا كان سعة الخلاط لمعمل الإسفلت (١) طن وكانت نسبة المواد لمعادلة المزج لطبقة الاساس القيري كما مبين في الجدول ، فما هي الأوزان بـ (كغم) لكل مادة ؟

المادة	حصى خشن	حصى وسط	حصى ناعم	رمل طبيعي	فلر	قير
نسب الخلط (٪) وزناً	١٥	١٥	٢٠	٤٥	٥	٤,٣

الجواب

أولا :- وزن القير = ٤,٣ / ١٠٠ × ١٠٠٠ = ٤٣ كغم

ثانياً : وزن المواد الجافة = ١٠٠٠-٤٣= ٩٥٧ كغم

وزن الحصى الخشن = ٩٥٧ × ١٥ / ١٠٠ = ١٤٣,٥ =١٤٤كغم

وزن الحصى الوسط = ٩٥٧ × ١٥ / ١٠٠ = ١٤٣,٥ = ١٤٤كغم

وزن الحصى الناعم = ٩٥٧ × ٢٠ / ١٠٠ = ١٩١,٤ =١٩١ كغم

وزن الرمل الطبيعي = ٩٥٧ × ٤٥ / ١٠٠ = ٤٣٠,٦ = ٤٣٠ كغم

وزن الفلر = ٩٥٧ × ٥ / ١٠٠ = ٤٧,٨٥ = ٤٨ كغم

الوزن الكلي للخلطة = ١٤٤+١٤٤+١٩١+٤٣٠+٤٨+٤٣=١٠٠٠ كغم

ما هو سبب حصول كل مما يأتي في معامل الاسفلت وما هو مساوىء ذلك ؟

١- فرط الحجم over size .

٢- فرط الدفق over flow .

١- يحصل فرط الحجم **over size** عندما تكون المواد المجهزة في معمل الاسفلت (الركام الخشن) تحتوي على احجام اكبر من مقاس اكبر منخل ضمن مجموعة المناخل في جهاز الغربلة لطبقة اسفلتية معينة .

٢- يحصل فرط الدفق **over flow** عندما تكون نسب احجام المواد المسحوبة في المعمل لا تتناسب مع نسب احجام المواد في معادلة المزج .

المساوىء :

١ -خسارة في المواد المجهزة .

٢ -خسارة في الطاقة الانتاجية للمعمل وخسارة في الزمن نتيجة عدم اشتغال المعمل بطاقته القصوى المنشودة .

الباب الخامس

التعامل مع الانحرافات في المزيج الاسفلتي

ما هي اسباب وضع ضوابط لمعالجة الانحرافات في خواص المزيج القيري بموجب تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور؟

بينت التعليمات الصادرة عن الهيئة العامة للطرق والجسور/التخطيط والتصاميم/الدراسات بموجب الكتاب المرقم ١٢٧٥٠ في ١٩٩٩/١٢/٢ الاسباب المبررة لوضع ضوابط خاصة بمعالجة الانحرافات في خواص المزيج القيري وهي :

١- ان حصول الانحرافات عن المواصفات أمر متوقع حتى في الشركات العالمية ذات السمعة الجيدة و قسم منها يكون طفيفاً بحيث لا يؤثر على سلامة المنشأ و لكن يبقى محاسبة المقاول عنه لأنه أخل بالشروط التعاقدية معه .

٢- إن مبدأ الخصم عن الانحرافات مأخوذ به في معظم دول العالم .

٣- ان عدم وضع ضوابط للإجراءات الواجب اتخاذها عند حصول الانحرافات يترك الباب مفتوحاً للاجتهادات الهندسية المتضاربة مما يتيح مجالاً فسيحاً للشكاوى والطعون فضلاً عن استغلال الموضوع من قبل البعض و اتخاذ إجراءات شديدة أو خفيفة حسب اجتهاداته .

٤- إن وجود ضوابط للاستقطاع يساعد الجهة المشرفة في اتخاذ القرار و يزيل عنها الكثير من الحرج كما موضح في الفقرة أعلاه

ما هي الوسائل الكفيلة بتحسين نوعية المزيج القيري ؟

هناك عدة وسائل يمكن من خلالها تحسين خواص المزيج القيري ومنها :

اولا – لغرض تأمين تنفيذ الطبقات القيرية بشكل يطابق المواصفات فإن على رب العمل مراعاة أمور عديدة منها ما يأتي :

١- قبل إعهاد العمل إلى أي مقاول ينبغي التأكد مسبقاً بأن ذلك المقاول قد نفذ أعمالاً مماثلة و كانت جيدة .

٢- التأكد مسبقاً من ملكيته للمعامل و المكائن و المعدات اللازمة لتنفيذ الطبقات القيرية و إنها بحالة جيدة .

٣- التأكد مسبقاً بأنه يمتلك الكادر ذا الخبرة و الكفاءة اللازمين للقيام بتنفيذ الطبقات القيرية على أكمل وجه .

٤- يجب أن يكون ممثل المهندس (المهندس المقيم) و مساعدوه على درجة من الكفاءة الفنية مع ملاحظة ذلك باستمرار .

٥- إيلاء الاهتمام الأول إلى نوعية الإنتاج حيث لا معنى لسرعة الإنتاج إذا لم يكن مطابقاً للمواصفات .

ثانيا- لتأمين تنفيذ الطبقات القيرية بشكل يطابق المواصفات على المقاول اتخاذ الإجراءات التالية :

١- الالتزام بمعادلة الخلط للمواد الأولية المجهزة و تغيير تلك المعادلة عندما يتطلب الأمر ذلك كتغيير مصادر بعض مواد الركام المستعملة أو تدرجها أو عدم مطابقة المواصفات المطلوبة لبعض الفحوصات غير الروتينية مثل الفراغات الهوائية في قوالب مارشال و مقدار القوة المتبقية .

٢- توفير خزين كافٍ من مواد الركام بأنواعها و التي تكون على شكل أكوام يوضع كل كوم منها بطبقات أفقية منعاً للانعزال segregation و ذلك لتأمين عدم تغيير مواد الركام و بالتالي ملائمة معادلة الخلط .

٣- تنفيذ مقاطع تجريبية لطبقات التبليط قبل مدة مناسبة من المباشرة بها و إجراء الفحوصات عليها للتأكد من مطابقة المواصفات و تدقيق معامل الإسفلت و عمال الفارشات و مكائن الحدل و ملاحظة التلاؤم في إعدادها و مقدار كفاءتها و كشف أي خلل في أي منها لمعالجته مسبقاً .

ثالثا- على الرغم من اتخاذ الاحتياطات من المهندس و المقاول و المذكورة أعلاه لتأمين تنفيذ العمل بموجب المواصفات إلا أنه يحصل أحياناً أن تحدث بعض الانحرافات البسيطة منها و التي لاتؤدي إلى الإضرار بسلامة الطبقة أو تقليل محسوس في ديمومتها و كفاءتها مما قد يتطلب السماح بها مع اتخاذ بعض الإجراءات كاستقطاع مبلغ من المال (لعدم التزام المقاول بالعقد) أو زيادة سمك طبقة لتأمين جودة العمل و غير ذلك .

ما هي الإجراءات التي ينصح باتخاذها عند وجود انحرافات في خصائص المزيج القيري بموجب تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور؟

هنـــاك مجموعـــة مـــن المعالجـــات الواجـــب اتخاذهـــا بموجـــب التعليمـــات الصـــادرة عـــن الهيئـــة العامـــة للطـــرق والجسور عند حصول الانحرافات في خواص المزيج القيري وكما مبين لاحقا :

اولا- النقصان في قوة الثبات

١- يفضل أن تكون الحدود الدنيا لقوة الثبات (مارشال) عند إعداد معادلة الخلط في المختبر أعلى من القوة المطلوبة في المواصفات بمقدار (١ كيلو نيوتن) لجميع الطبقات القيرية .

٢- يؤخذ بنظر الاعتبار أن التغيير في قوة الثبات لا يؤثر بشكل محسوس في قيمة معامل قوة الطبقة لذلك يسمح بنقصان في قوة الثبات عما مطلوب في مواصفات لغاية ١٥ ٪ و يستقطع من سعر الطبقة بموجب المعادلة التالية :

$$ص = ١٠٠ \{(س + ٥)/٤٠ \}^{٢}$$

حيث ص تمثل نسبة الاستقطاع ، س تمثل نسبة الانحراف

و بتطبيق المعادلة يكون الاستقطاع كالآتي :

نسبة الانحراف (س)	٥	١٠	١٥
نسبة الاستقطاع (ص)	٦،٢٥	١٤	٢٥

٣- عند حصول نقصان في قوة الثبات يزيد على ١٥٪ و لغاية ٣٠ ٪ يزاد سمك الطبقة التالية بمقدار ٢سم أما إذا كان هذا النقصان في الطبقة الأخيرة فتفرش طبقة سطحية بسمك ٤ سم أو الإجراء الذي ينفذه رب العمل .

٤- عند حصول نقصان في قوة الثبات يزيد على ٣٠٪ لأية طبقة قيرية فإنها تقلع و يعاد إنشاؤها مع التحري عن أسباب هذا الانحراف على نفقة المقاول .

ثانيا- درجة الحـــدل

١- عند حصول نقصان في درجة الحدل عن الدرجة المطلوبة في المواصفات لغاية ٣٪ (أي من ٩٧٪ لغاية ٩٤ ٪) يتم الاستقطاع بموجب المعادلة التالية :

$$ص = ٣س^{٢} + ٣$$

حيث ص تمثل نسبة الاستقطاع ، س تمثل نسبة الانحراف ويكون الاستقطاع كما مبين ادناه :

الانحراف (س)	٠،٥	١	١،٥	٢	٢،٥	٣
الاستقطاع (ص)	٣،٧٥	٦	٩،٧٥	١٥	٢١،٧٥	٣٠

٢- عنـد حصـول نقصـان يزيـد علـى ٣٪ و لغايـة ٥ ٪ يـزاد سـمك الطبقـة التاليـة بمقـدار ٢ سـم أمـا إذا كـان هذا النقصان في الطبقة الأخيرة فتفرش طبقة سطحية بسمك ٤ سم أو تقبل مجاناً .

٣- عند حصول نقصان في درجة الحدل يزيد على ٥ ٪ تقلع الطبقة الفاشلة و يعاد إنشاؤها .

ثالثا- نسبة القيـــر

١- في حالة وجود انحراف في نسبة القير عن حدود التغاير المسموح بها في معادلة الخلط لغاية ٠،٥ ٪ يتم خصم ٣ ٪ من السعر لكل ٠،١ ٪ انحراف .

٢- عند حصول انحراف يزيد على ٠،٥ ٪ و لغاية ١ ٪ عن حدود معادلة الخلط يزاد سمك الطبقة التالية بمقدار ٢ سم أما إذا كان هذا الانحراف في الطبقة الأخيرة فتفرش طبقة سطحية بسمك ٤ سم أو تقبل مجاناً .

٣- عند زيادة الانحراف على ١ ٪ تقلع الطبقة و يعاد إنشاؤها .

رابعا- التـــدرج

١- في حالة حصول انحراف في التدرج عن حدود معادلة الخلط لأي غربال (عدا غربال رقم ٢٠٠) يتم استقطاع ٠،٢٥ ٪ لكل ١ ٪ انحراف عن حدود معادلة الخلط و لكل غربال وارد بالمواصفات .

٢- نظراً لوجود تأثير أكثر لغربال رقم ٢٠٠ (٠،٠٧٥ ملم) عما للغرابيل الأخرى على نضوح القير وقوة الثبات و تشوهات السطح لذلك تكون نسبة الاستقطاع ٢ ٪ لكل ١ ٪ انحراف في غربال رقم ٢٠٠ .

خامسا- السمـــك

١- يسمح بالنقصان عن السمك المطلوب لكل طبقة بمقدار يصل إلى ٣ ملم و بدون تخفيض في سعر الطبقة .

٢- في حالة نقصان السمك المطلوب لكل طبقة بمقدار يزيد على ٣ ملم و لغاية ١٠ ملم يقبل مع تخفيض السعر بموجب الفقرة (R_{9-17}) من المواصفات إن لم يتم التعويض عن النقصان بزيادة في مجموع سمك الطبقات التي فوقها .

٣- في حالة النقصان أكثر من ١٠ ملم للطبقات القيرية عدا الطبقة الأخيرة فيعوض عن النقصان بالزيادة في سمك الطبقات لتي تليها ، بالنسبة للطبقة الأخيرة لا يجوز أن يزيد النقصان عن ١٠ ملم و في حالة الزيادة عن ذلك تقلع الطبقة و يعاد إنشاؤها بالسمك المطلوب أو تضاف طبقة سطحية بسمك ٤ سم إذا كان ذلك ممكنا أو تقبل بدون دفع و يترك القرار لرب العمل .

سادسا-استواء الطريق

١- عند حصول انحراف في استواء الطبقة الأخيرة للطريق عن الحدود المسموح بها بموجب الجدول (R 9-7) المبين في المواصفات العامة للطرق و الجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ و لغاية ١٥٪ يستقطع من مبلغ الطبقة بموجب المعادلة التالية :

$$ص = ١٠٠ \left(\frac{س + ٥}{٤٠} \right)^{٢}$$

حيث ص تمثل نسبة الاستقطاع ، س تمثل نسبة الانحراف .

و بتطبيق المعادلة يكون الاستقطاع كالآتي :

نسبة الانحراف (س)	٥	١٠	١٥
نسبة الاستقطاع (ص)	٦،٢٥	١٤	٢٥

٢- عند زيادة الانحراف في استواء الطبقة الأخيرة على ١٥ ٪ تضاف طبقة سطحية بسمك ٤ سم أو تقبل الطبقة الأخيرة مجاناً .

الملاحظات :

١.إن المعالجات الواردة في هذه الورقة هي دليل لرب العمل و غير ملزمة و القرار متروك لرب العمل .

٢.إن تطبيق هذه الإجراءات يكون للأعمال التي تنفذ مقاولة أما الأعمال التي تكون بأسلوب التنفيذ المباشر فتنظر الجهة المحلية في الإجراءات الواجب اتخاذها .

٣.عند فحص عدد من النماذج من مساحة عمل يوم ما يؤخذ معدل هذه النماذج لأغراض تطبيق هذه التعليمات .

٤.عند وجود انحراف في أي من الخواص المذكورة في هذه الورقة لنموذج ما فيمكن فحص نموذجين آخرين ضمن مقطع الطريق الذي يمثله النموذج المنحرف و يؤخذ معدل نتائج النماذج الثلاثة (بضمنها النموذج الأصلي) في إجراء الاستقطاعات أو الإجراءات الأخرى .

٥.ان المساحة التي يجري عليها الاستقطاع هي تلك المساحة التي يمثلها النموذج المنحرف و يستفاد من دفتر الوقائع اليومية للمهندس المقيم أو مدير المشروع في تحديد ذلك .

٦.يكون فرش الطبقة المضافة أو زيادة سمك إحدى الطبقات على عرض التبليط بأكمله و ليس بعرض ممر (Lane) واحد حتى لو كانت الطبقة القيرية في الممر المجاور ناجحة .

٧.في حالة اللجوء إلى إضافة طبقة أو زيادة سمك إحدى الطبقات لجزأين من الطريق تفصل بينهما مسافة تقل عن ٢٠٠ م فيجب أن تكون الطبقة المضافة مستمرة للمسافة المذكورة و غير متقطعة .

٨.إن عدم ذكر الخصائص الأخرى المطلوبة في المواصفات للخرسانة القيرية لا يعني إهمال إجراء الفحوصات لمعرفة تلك الخصائص و اتخاذ الإجراءات السريعة عند انحرافها عن المواصفات .

٩.إن زيادة سمك الطبقة القيرية التالية بمقدار ٢ سم أو فرش طبقة سطحية بسمك ٤ سم إذا كانت الطبقة الفاشلة هي الطبقة الأخيرة – يجب أن يغني عن استقطاع من سعر الطبقة أو أي إجراء آخر غيره بسبب انحراف في خواص أخرى لتلك الطبقة القيرية .

١٠.إضافة إلى المعالجات المذكورة في هذه الورقة فإن في حالة حصول نزف قيري (bleeding) فيجب معالجته بقشط القير إن كان كثيراً أو رش الحصى المكسر الحار (٦ ملم فما دون) مع الحدل الفوري .

١١.في حالة وجود انحراف في أكثر من خاصية واحدة، فتستقطع النسبة الأكثر مضافاً إليها ٢٥٪ من مجموع نسب الاستقطاعات عن بقية الانحرافات و لغاية ١٠٠ ٪ من سعر الجزء الفاشل .

١٢.يفضل إنهاء جميع الفحوصات خلال مدة لا تزيد على ثلاثين يوماً من فرش الطبقة القيرية .

مثال تطبيقي : طريق طوله ٥٠٠ م وعرضه ٧ م تم أكسائه بالخرسانة الإسفلتية ، سعر الاكساء ٢١٠٠٠ دينار / م^{٢}. المطلوب

حساب مبلغ الخصومات بموجب نتائج الفحوصات المختبرية المبينة لاحقا وحسب ضوابط الهيئة العامة للطرق والجسور .

ت	الخاصية		متطلبات معادلة المزج	نتائج الفحص	مقدار الانحراف
١-	التدرج / نسبة المار من منخل	٢٥	١٠٠	١٠٠	-
		١٩	١٠٠ -٩٢	٩٠	٢
		١٢،٥	٨٩ -٧٧	٧٦	١
		٩،٥	٦٥ -٥٦	٦٠	-
		٤،٧٥	٥٦-٤٤	٥٣	-
		٢،٣٦	٤٩ -٤١	٥١	٢
		٠،٣	١٩-١١	٢٢	٣
		٠،٠٧٥	٨،٥ -٤،٥	٩،٥	١
٢-	نسبة الإسفلت (٪)		٥،١ -٤،٦	٥،٣	٠،٢
٣-	ثبات نماذج مارشال المختبرية (كن)		٧ حد أدنى	٦،٩	١،٤٣
٤-	زحف نماذج مارشال المختبرية (ملم)		٤-٢	٣	-

<u>الجواب</u>

نسبة انحراف الثبات (٪) = (٧ - ٦،٩)/٧ = ١،٤٣ ٪

نسبة الاستقطاع (٪) = ١٠٠ {(س + ٥) / ٤٠ }^{٢} = ٢،٥٨٤ ٪

الخاصية	التدرج	نسبة المواد المارة من منخل ٢٠٠	نسبة الإسفلت	الثبات
نسبة الانحراف (٪)	٨	١	٠،٢	١،٤٣
نسبة الخصم (٪)	٢	٢	٦	٢،٥٨٤

نسبة الخصم = { ٦ + (<u>٢+٢+٢،٥٨٤</u>) } = ٧،٦٤٦٪ ، المساحة = ٥٠٠ × ٧ = ٣٥٠٠ م^{٢}

٤

مبلغ الخصم = ٧،٦٤٦٪ × ٣٥٠٠ ×٢١٠٠٠ = ٥٦١٩٨١٠ دينار

ما هي متطلبات درجة نعومة طبقة التبليط الإسفلتي بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور ؟

بعد إكمال عملية الحدل النهائية يجب ان تدقق درجة نعومة التبليط وأي انحراف يزيد عن الحد المسموح به في المواصفات يجب ان يصحح من خلال إزالة المنطقة الشاذة وتعويضها بتبليط جديد بدون أي كلفه اضافيه للمقاول . الحد الأعلى المسموح به للتغاير للمقطع العرضي ±٠،٤ ٪ .

بين كيفية التعامل مع النقصان الحاصل في سمك طبقة الخرسانة الاسفلتية بموجب تعليمات الهيئة العامة للطرق والجسور؟

يتم قبول طبقات التبليط التي يكون سمكها اقل من السمك الموصوف إذا كان مقدار النقص لايزيد عن (٣ ملم) ، اما اذا كان النقص بين ٣ملم و١٠ملم يقبل بخصم بالسعر وكما مبين في الفقرة R9-17 من المواصفات العامة للطرق والجسور ، إذا كان مقدار النقص في سمك طبقة التبليط يزيد عن (١٠ملم) يجب ان يتم ازالة التبليط وتعوضه بطبقة تبليط مطابقه للمواصفات بدون أي كلفه اضافيه للمقاول .

بين كيفية دفع حساب اعمال التبليط الاسفلتي للجهة التي تقوم بتنفيذ الاعمال بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور؟

لقد بينت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ الفقرة R9-17 كيفية دفع حساب اعمال التبليط الاسفلتي للجهة التي تقوم بتنفيذ الاعمال حيث يتم دفع حساب التبليط المطابق للمواصفات بالأمتار المربعة لمختلف الأسماك كما مبين في جدول الكميات وتقاس حسب ألفقره R9-16 . لايدفع أي مبلغ إضافي للسمك الذي يزيد عن السمك المحدد في جدول الكميات . الدفع للطبقة التعديليه يكون للسمك بين (٣ملم–١٠ملم) وتضرب بالنسبة المربعة للسمك الحقيقي . معدل السمك لكيلو متروا حد وعدد المقاطع العرضيه لقياس السمك تعتمد على مقدار التغاير في سمك الطبقة ويجب ان لاتقل عن مقطعين لكل كيلو متر واحد من الطريق .

بين كيفية قياس مساحة التبليط لدفع حساب اعمال التبليط الاسفلتي للجهة التي تقوم بتنفيذ الاعمال بموجب المواصفات العامة للطرق والجسور؟

لقد بينت المواصفات العامة للطرق والجسور المعدلة لعام ٢٠٠٣ ضمن الفقرة R9-16 امكانية دفع حساب اعمال التبليط الاسفلتي للجهة التي تقوم بتنفيذ الاعمال حسب المتر المربع للتبليط المطابق للمواصفات للطبقة السطحية والرابطة ، عدد الأمتار المربعة للتبليط تحسب على طول مركز الطريق وتضرب بعرض الطريق كما في المخططات وتضاف إليها مساحات التعريض والتقاطعات .

الفصل السادس

انواع الفشل في طرق الخرسانة الاسفلتية

ما هي أنواع الفشل في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

هناك نوعين من الفشل الذي يمكن ان يحصل في الطرق المبلطة بالخرسانة الإسفلتية :

١- الفشل الوظيفي: واهم اشكاله درجة خشونة السطح حيث لا يستطيع الطريق القيام بوظيفته عندما يسبب اهتزاز غير مرغوب عند سير المركبات. ومن أنواع الفشل الأخرى عدم تخطيط الطريق أو عدم الاناره او تضرر اسيجة الطريق أو نمو النباتات والحشائش على اكتاف الطريق .....الخ .

٢- الفشل الإنشائي : وهو عبارة عن حدوث انهيار في احد أو كل مكونات التبليط بحيث يصبح قطاع التبليط غير قادر على تحمل الأحمال التي يتعرض لها ويرجع ذلك الى تعرض الطبقات الى اجهادات عالية تسبب انهيارات بسبب تلك الاجهادات أو الانضغاط أو القص الذي يحدث في أي طبقة من الطبقات .

ما هي أسباب الفشل الإنشائي في طرق الخرسانة الإسفلتية ؟

هنالك الكثير من الأسباب التي تؤدي الى حصول فشل في طبقات الخرسانة الإسفلتية وفقدان وظيفتها الإنشائية ومن أهم تلك الأسباب :

١ -استخدام مزيج إسفلتي غير مطابق للمواصفات نتيجة استخدام معامل إسفلت غير صالحة للإنتاج وعدم كفاءتها لخلط مكونات المزيج الإسفلتي بموجب معادلة المزج مما ينتج عنه مزيج اسفلتي ذو خواص إسفلتية رديئة مثل قلة الثبات وانحراف نسبة القير أو الزحف بشكل كبير عن الحدود المحددة لمعادلة المزج .

٢ -استخدام مواد رديئة في الخلطة الإسفلتية وغير مطابقة للمواصفات مثل الركام الخشن ذو التآكل الميكانيكي العالي ومواد الركام ذات نسبة تأكل كيمياوي غير مطابق للمواصفات والقير ذو المواصفات غير الملائمة مع الظروف المناخية لمناطق الإنشاء .....الخ .

٣ -استخدام طبقات إسفلتية ذات سمك اقل من السمك التصميمي مما يؤدي الى زيادة الاجهادات على الطبقات تحت الطبقات الإسفلتية .

٤ -عيوب التنفيذ عند فرش طبقات الإسفلت مثل نقص الحدل وعدم الاستوائية وعدم الاهتمام بالمفاصل الطولية والعرضية وفرش الإسفلت في ظروف غير ملائمة من ناحية الطقس أو درجة الحرارة .

٥ -عدم خدمة الطرق بمنظومة تصريف للمياه مما يؤدي الى تجمع المياه وتفكك مكونات المزيج الإسفلتي .

٦ -تعرض الطرق الى أحمال مرورية مفرطة أكثر من الأحمال المرورية المحددة بموجب المحاور القياسية .

ما هي مستويات الخطورة للشقوق في طرق الخرسانة الاسفلتية بموجب تصنيف المواصفة AASHTO R55-10 ؟

لقد بينت المواصفة الامريكية AASHTO R55-10 امكانية تصنيف الشقوق في طرق الخرسانة الاسفلتية تبعا لخطورة وشدة تلك الشقوق وكما مبين :

- مستوى الخطورة ١ : يكون عرض الشقوق في هذا النوع $\geq$ ٣ ملم .
- مستوى الخطورة ٢ : ٦ $\geq$ عرض الشقوق في هذا النوع > ٣ ملم .
- مستوى الخطورة ٣ : يكون عرض الشقوق في هذا النوع > ٦ ملم .

ما هي أشكال التشققات الممكن حصولها في طبقات التبليط الإسفلتي ؟

هناك عدة أشكال للتشققات التي يمكن حصولها في الطرق المبلطة بالخرسانة الإسفلتية ومنها :

١ تشققات على شكل جلد التمساح (alligator cracks) أو على شكل خارطة (map cracks) سببها ضعف طبقة الترابية (subgrade) أو ضعف طبقات التبليط الناتج عن ضعف الخلطة الإسفلتية أو عدم حدلها جيدا .وتشير هذه الظاهرة الى الكلل (fatigue) والفشل الإنشائي للتبليط . ان هذه التشققات هي أول دليل على وجود العيوب في التبليط .

٢ تشققات حافة التبليط (edge cracks) وهي تشققات طولية تتكون في الثلث الخارجي من الممر البطيء slow lane الموازي لحافة الطريق ، وقد ترافقها تشققات عرضية . ان سبب هذه التشققات هو ضعف الكتف الذي يعمل كمسند أو بسبب تغلغل الرطوبة تحت مسافة من التبليط من جهة الأكتاف مما يضعف التربة وطبقات التبليط .

٣ التشققات بين المسارات (lane cracks) وهي تشققات طولية بين مسارات الطريق وسببها ضعف الربط بين الفرشات المتجاورة .

٤ تشققات انعكاسية (reflection cracks) تظهر هذه التشققات بشكل انعكاسي على الطبقة السطحية ، فمثلا عندما يكون التبليط الجاسيء مغطى بطبقة من الخرسانة الإسفلتية تظهر التشققات في الطبقة الإسفلتية فوق مواقع المفاصل وفوق تشققات التبليط الجاسيء .

٥ تشققات الانكماش (shrinkage cracks) وسببها التغير الحجمي لطبقة التبليط بعد حدل السطح ، حيث يحصل الانكماش نتيجة التغير الحجمي للمادة الرابطة كنتيجة لتبخر المواد المتطايرة وتغير درجات الحرارة وامتزاز الإسفلت من قبل المواد الركامية المسامية أو ربما تغير الهيكل الداخلي للمادة الرابطة وخاصة عندما يكون الإسفلت ذا اختراق واطئ . ويتغلب ظهورها على الطرق ذات الكثافة المرورية القليلة . كما ان وجود النباتات بالقرب من التبليط يعمل على امتصاص الماء بسرعة من التربة التي تحت طبقة التبليط مولدا انكماش التربة والذي بدوره يؤدي الى تشقق طبقة التبليط القليلة السمك .

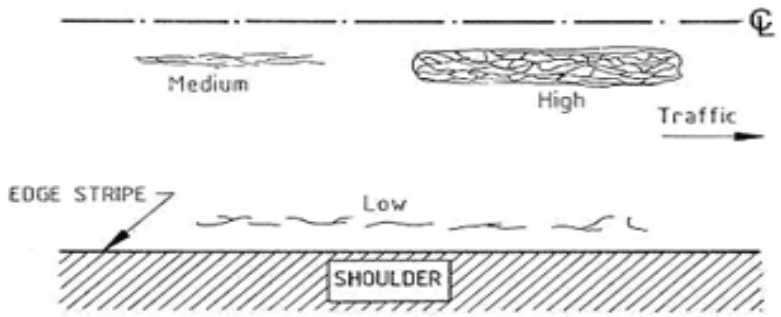
٦ -تشققات الانزلاق (slippage cracks) وتحدث نتيجة زحف طبقة التبليط الإسفلتي أفقيا بالنسبة الى أساس الطريق وينتج عنه تموج (بشكل طيات) وتكون تشققات هلالية الشكل أو بشكل حرف (V) حيث يكون قمة أو رأس الحرف بعكس اتجاه المرور وسببها ضعف الربط بين الطبقة السطحية والطبقات التي تحتها أو بسبب وجود الأتربة أو الماء أو المواد الغريبة الأخرى التي تحول دون التصاق طبقتي التبليط مع بعضهما . كما قد تكون بسبب عدم استعمال طبقة لاصقة (tack coat) . ويحدث الانزلاق لطبقة التبليط الإسفلتي في أماكن التوقف المفاجئ للمركبات ذات الحمل الكبير وكلما كانت الطبقة السطحية أكثر سمكا كلما قلت احتمالات انزلاقها بسبب مقاومتها للحركة .

٧ تشققات التعريض لجزء من الطريق (widening cracks) وهي تشققات طولية تظهر بين التبليط القديم والتبليط الجديد الناتج عن تعريض جزء من الطريق وسببها الهبوط النسبي أو ضعف الربط بين الجزأين القديم والجديد.

٨ التشققات الطولية (longitudinal cracks) تحدث التشققات الطولية بسبب حركة التبليط في الاتجاه الأفقي وسببها ضعف الاحتكاك الداخلي في طبقات الأساس والترابية. وقد يكون بسبب تأثير الانجماد والتغير الحجمي للتربة . وفي هذه الحالة يلاحظ حركة عمودية واضحة . كذلك فان انضمام الاملائيات الترابية أو انزلاق الانحدارات الجانبية للطريق قد تسبب ذلك .

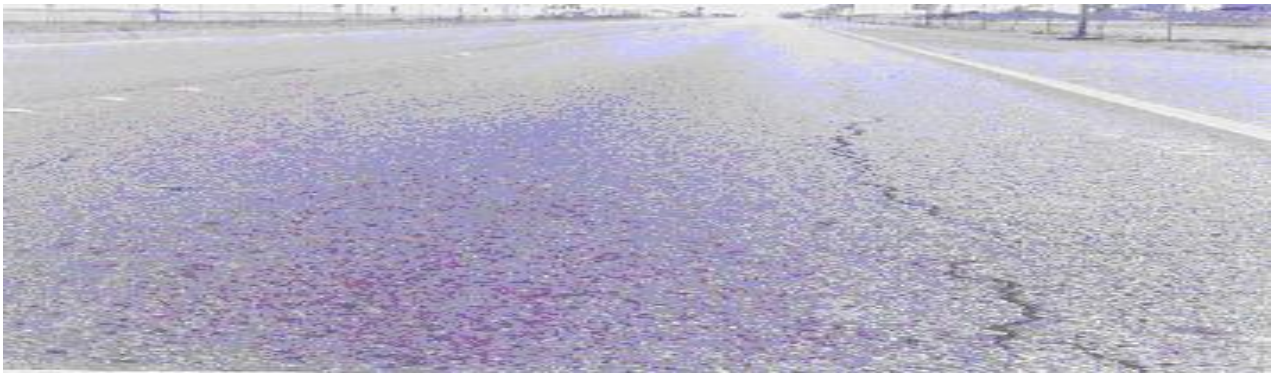
ما هي الشقوق التمساحية (شقوق الكلل) وما تصنيف تلك الشقوق تبعا لشدتها ؟

الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل Alligator/Fatigue Cracking : عبارة عن شقوق متداخلة متوالية حدثت نتيجة انهيار الكلل للخرسانة الإسفلتية تحت تأثير الأحمال المتكررة . تبدأ هذه الشقوق تحت سطح الإسفلت حيث إجهاد وانفعال الشد عالي تحت الإطار، ثم تنتشر إلى السطح في شكل شقوق طولية متوازية . ونتيجة تأثير أحمال الحركة المتكررة تبدأ هذه التشققات في التواصل في كل الاتجاهات وفي شكل زوايا حادة مكونة شكلاً يشبه جلد التمساح ومن هنا جاءت تسميتها بالشقوق التمساحية . تحدث هذه الشقوق دائماً في المواقع التي تكون فيها أحمال الحركة متكررة وخاصة في مسارات الإطارات . ويُبين الشكل المبين لاحقا مخططا لهذه الشقوق ومستويات الشدة وموقعها من الطريق .



مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات لمستوى شدة الشقوق التمساحية وهي :

١- مستوى الشدة المنخفض : هو المستوى الذي تكون فيه الشقوق طولية شعرية وموازية لبعضها البعض مع تداخلات صغيرة ، كما تكون قليلة العرض والعدد .



٢- مستوى الشدة المتوسط : هو المستوى الذي تكون فيه الشقوق على شكل شبكة من الشقوق المتقاطعة بدأ عرضها في الزيادة ولكن مازال ضمن الجزء السطحي للطبقة .

٣- مستوى الشدة العالي : هو المستوى الذي تكون فيه الشقوق كثيرة وعميقة وعريضة ومتداخلة مع بعضها حيث تصبح طبقة الرصف منقسمة إلى أجزاء منفصلة قابلة للحركة عندما تتعرض لحركة المرور .

ما هي طريقة قياس الشقوق التمساحية في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟

يتم قياس مستويات الشدة بحساب المساحة المتأثرة بالشقوق بالمتر المربع ، فمثلا إذا كان شق واحد فمساحته هي طوله بعرض واحد متر، كما يتم تحديد كل مستوى شدة لوحده ، أما إذا كان هناك منطقة تتداخل فيها مستويات الشدة الثلاثة فيتم اختيار مستوى الشدة الأكثر كثافة . وتقاس كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

ما هي طرق المعالجة التي يمكن اتخاذها لمعالجة الشقوق التمساحية في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

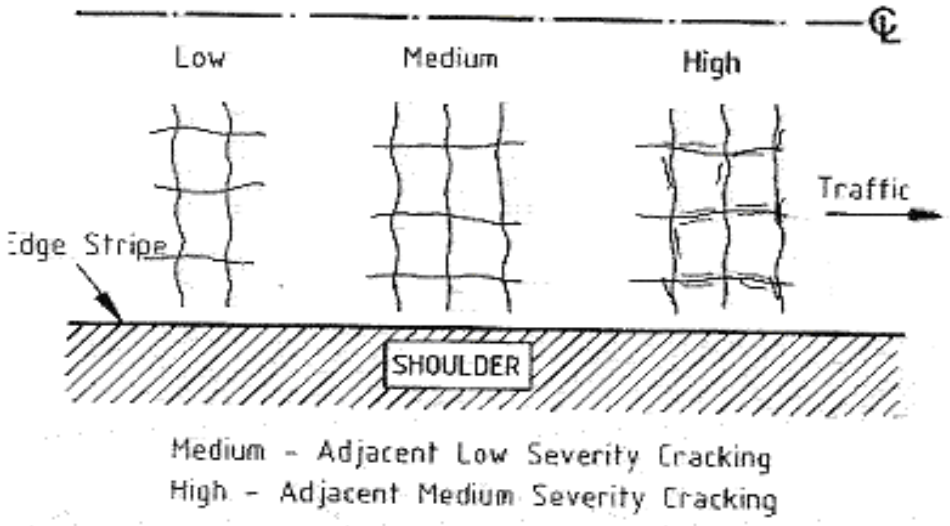
يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للشقوق التمساحية حسب الشدة والكثافة، وتوجد تعريفات لهذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل Alligator/Fatigue Cracking			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين 11-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	ملاط إسفلتي Slurry Seal	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	ترقيع عميق* Deep Patching	ترقيع عميق* Deep Patching	ترقيع عميق* Deep Patching
عالية	ترقيع عميق* Deep Patching	ترقيع عميق* Deep Patching	إعادة إنشاء* Reconstruction

* في حالة تبين أن سبب الشقوق التمساحية هو ارتفاع منسوب المياه تحت السطحية (الجوفية) ، فإنه يجب إصلاح الطبقات الترابية (الأساس وما تحت الأساس) كما يجب عمل تصريف جيد للمياه حتى لا تصل إلى طبقات الرصف حسب البند الخاص بذلك في مواصفات الصيانة .

ما هي الشقوق الشبكية وما هو تصنيف تلك الشقوق تبعا لشدتها ؟

الشقوق الشبكية Block cracking : هي شقوق متداخلة تقسم الطبقة إلى قطع مربعة بأبعاد حوالي ٣٠×٣٠ سم إلى ٣×٣ متر. وتختلف الشقوق الشبكية عن الشقوق التمساحية بأن الأخيرة تكون بشكل قطع صغيرة وبعدة أضلاع وزوايا حادة وتوجد في مسارات الإطارات ، بينما توجد الشقوق الشبكية في كل مكان على سطح الرصف . وتكثر الشقوق الشبكية في الطرق والشوارع ذات الأحجام المرورية المتدنية وفي ساحات مواقف السيارات. يوضح الشكل المبين لاحقا الشقوق الشبكية ومستويات شدتها .



مستويات الشدة

اولا : منخفضة الشدة : ولتصنيف المستوى المنخفض للشقوق الشبكية يجب توفر إحدى الحالتين :

١. الشقوق غير المملوءة (Non-Filled) بعرض أقل من (١٠ ملم) .

٢. الشقوق المملوءة بمواد عازلة بأي عرض كانت في حالة مقبولة .

ثانيا : متوسطة الشدة : ولتصنيف الشقوق الشبكية متوسطة الشدة يجب توفر إحدى الحالات التالية :

١. يتراوح عرض الشقوق أكثر من ١٠ملم وأقل من ٧٥ ملم .

٢. تكون الشقوق بعرض أقل أو يساوي ٧٥ ملم ومحاطة بشقوق عشوائية خفيفة .

٣. شقوق مليئة بأي عرض ومحاطة بشقوق عشوائية خفيفة .

ثالثا : عالية الشدة : ومن أجل تصنيف الشدة العالية للشقوق الشبكية يجب أن توجد إحدى الحالات التالية :

١. أي شقوق مليئة أو غير مليئة محاطة بشقوق عشوائية عالية أو متوسطة الشدة .

٢. عرض الشقوق غير المملوءة أكبر من ٧٥ ملم .

٣. شقوق بعرض حوالي ١٠٠ ملم ومحاطة بشقوق شديدة ومكسرة .

كيف يتم قياس الشقوق الشبكية في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟

تُقاس الشقوق الشبكية بالمتر المربع للمنطقة المتأثرة ولجميع مستويات الشدة. وتقاس كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

كيف يتم معالجة الشقوق الشبكية في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟

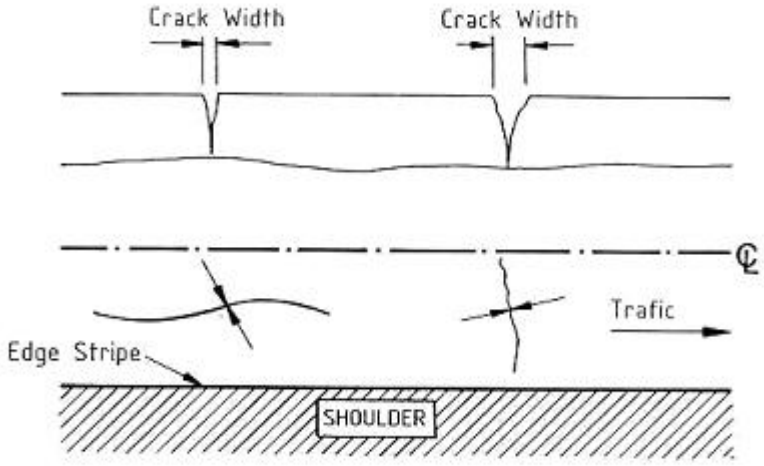
يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للشقوق الشبكية حسب الشدة والكثافة، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

الشقوق الشبكية Block cracking			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئًا Do Nothing	لا تفعل شيئًا Do Nothing	لا تفعل شيئًا Do Nothing
متوسطة	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing	ملاط إسفلتي* Slurry Seal
عالية	ملاط إسفلتي* Slurry Seal	ملاط إسفلتي* Slurry Seal	طبقة إسفلتية رقيقة* Thin Overlay

- يجب ملء الشقوق قبل تنفيذ الملاط الإسفلتي أو الطبقة الرقيقة .

ما هي الشقوق الطولية والعرضية وكيف يتم تصنيفها تبعا للشدة ؟

الشقوق الطولية هي شقوق تمتد موازية لمحور الطريق ، أما الشقوق العرضية فهي تمتد بعرض الرصف تقريباً متعامدة مع محور الطريق . تعتبر هذه الشقوق عيوب إنشائية (ضعف طبقة الرصف) وعيوب وظيفية (خشونة سطح الرصف) ، لذلك فهي من العيوب التي لا تتعلق بالأحمال المرورية ، لكن الأحمال والرطوبة تُعجل بتدهور هذه الشقوق . يوضح الشكل المبين لاحقا الشقوق الطولية والعرضية .



مستويات الشدة

١- مستوى الشدة المنخفض : يتضمن إحدى الحالات التالية :

* شقوق غير مليئة بعرض أقل من ١٠ ملم .

* شقوق بأي عرض تحوي مالئ الشقوق بحالة جيدة

٢- مستوى الشدة المتوسط : ويشمل الحالات التالية :

* شقوق غير مملوءة بعرض يتراوح بين ١٠-٧٥ ملم .

* شقوق غير مملوءة بعرض أقل من ٧٥ ملم محاطة بشقوق ثانوية رقيقة .

*شقوق مملوءة بأي عرض ومحاطة بشقوق ثانوية رقيقة .

٣- مستوى الشدة العالي : يتضمن هذا المستوى إحدى الحالات التالية :

* شقوق مليئة أو غير مليئة محاطة بشقوق متوسطة أو عالية الشدة .

* شقوق غير مليئة بعرض أكبر من ٧٥ ملم .

* شقوق بأي عرض تقريباً ١٠٠ملم ومحاطة بشقوق مكسرة .

كيف يتم قياس الشقوق الطولية والعرضية في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

تُقاس الشقوق الطولية والعرضية بحساب المساحة المتأثرة بالمتر المربع ويُسجل كل مستوى من مستويات الشدة منفصلاً عن الآخر في المقطع الواحد. فمثلاً إذا كان شق واحد فمساحته هي طول الشق وبعرض متر واحد . وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

ما هي طرق معالجة الشقوق الطولية والعرضية في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للشقوق الطولية والعرضية حسب الشدة والكثافة ، وتوجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

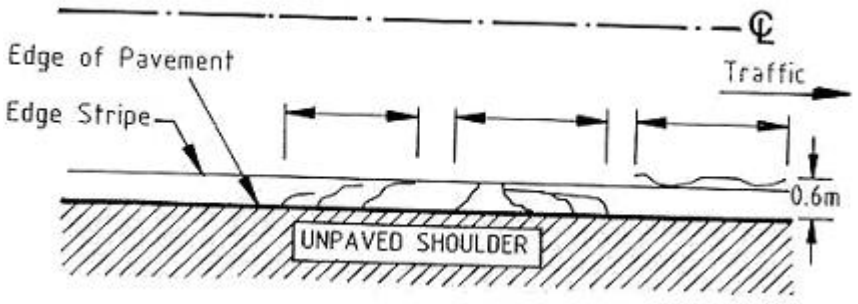
الشقوق الطولية والعرضية

Longitudinal and Transverse Cracks

الكثافة / الشدة	منخفضة	متوسطة	عالية
	أقل من 10%	مابين11%-50%	أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا (Do Nothing)	لا تفعل شيئا (Do Nothing)	لا تفعل شيئا (Do Nothing)
متوسطة	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing
عالية	ملاط إسفلتي Slurry Seal	ملاط إسفلتي Slurry Seal	طبقة إسفلتية رقيقة Thin Overlay

اين تظهر الشقوق الجانبية وكيف يتم تصنيفها تبعا للشدة ؟

تكون الشقوق الجانبية Cracking Edge بشكل عام موازية لحافة الرصف وتبعد بمسافة تتراوح بين ٠,٣- ٠,٥ متر من الحافة ، وتمتد هذه الشقوق بالاتجاه الطولي والعرضي وتتفرع نحو الأكتاف . وتزداد الشقوق الجانبية نتيجة للأحمال المرورية ، وتصنف المساحة المحصورة بين الشق وحافة الرصف بأنها متطايرة إذا حدث فيها تكسر. يوضح الشكل المبين لاحقا الشقوق الجانبية وموقعها من الطريق .



مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

١- المستوى المنخفض : وهو عبارة عن شقوق سطحية غير عميقة لا تسبب تكسر وفقدان للمواد على جانب الرصف .

شدة منخفضة للشقوق الجانبية

المستوى المتوسط : تُصنف الشقوق متوسطة الشدة عندما تحوي تكسر وفقد للمواد في طول حتى ١٠٪ من طول القطاع المتأثر للرصف .

شدة متوسطة للشقوق الجانبية

المستوى العالي : وهو عبارة عن شقوق عميقة وكثيرة وتحوي تكسر وفقد للمواد في طول أكثر من ١٠٪ من طول القطاع المتأثر للرصف .

شدة عالية للشقوق الجانبية

كيف يتم قياس الشقوق الجانبية في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟

تُقاس الشقوق الجانبية بالمتر الطولي لكل مستوى شدة على حده . وتقاس المساحة المتأثرة لهذا العيب بطول المنطقة المتأثرة مضروباً بمتر واحد، وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

ما هي طرق المعالجة المقترحة لمعالجة الشقوق الجانبية في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟

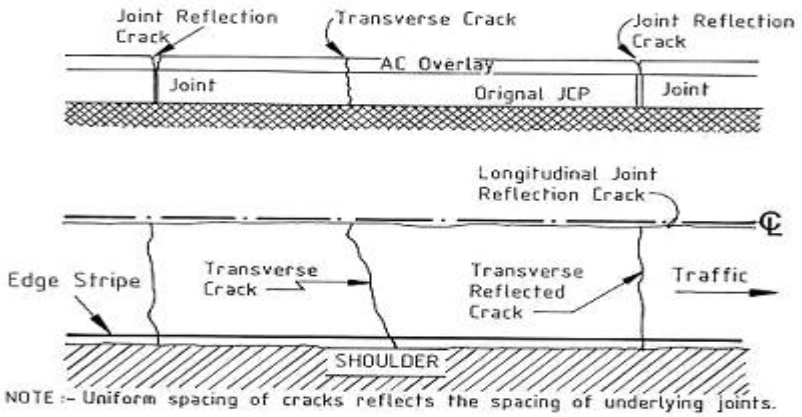
يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة لمعالجة الشقوق الجانبية في طرق الخرسانة الاسفلتية حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

Edge Cracking الشقوق الجانبية			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين 11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	تعبئة الشقوق Crack Sealing	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching
عالية	إصلاح الأكتاف* وترقيع عميق Repair Shoulder/Deep Patch	إصلاح الأكتاف* وترقيع عميق Repair Shoulder/Deep Patch	إصلاح الأكتاف* وترقيع عميق Repair Shoulder/Deep Patch

* للطرق التي لها أكتاف.

ما هي الشقوق الانعكاسية وما هو تصنيف تلك الشقوق تبعا للشدة ؟

الشقوق الانعكاسية Reflection Cracking : تظهر هذه الشقوق فقط على السطوح الإسفلتية التي تنفذ على بلاطات خرسانة أسمنتية، ولا تتضمن شقوق انعكاسية من طبقات الأساس (بمعنى طبقات أساس أسمنتية أو جيرية محسنة) . وتنشأ هذه الشقوق نتيجة للحركة المتولدة بالحرارة والرطوبة بين البلاطة الخرسانية الأسمنتية السفلية والسطح الإسفلتي ، ولا يتعلق هذا العيب بالأحمال المرورية غير أن هذه الأحمال يمكن أن تسبب تكسر السطح الإسفلتي قرب الشقوق مما يتلفها. فإذا عُلمت أبعاد البلاطة الخرسانية السفلية فهذا يساعد على معرفة هذا العيب .



مستويات الشدة

١- مستوى الشدة المنخفض : يمكن أن يوجد هذا المستوى في الحالات التالية

- شقوق غير مليئة بعرض أقل من ١٠ملم .

- شقوق معزولة بمواد عازلة وفي حالة جيدة ولا يمكن تحديد عرضها .

شدة منخفضة للشقوق الانعكاسية

٢- مستوى الشدة المتوسط : يوجد بإحدى الحالات التالية :- شقوق غير مملوءة بعرض يتراوح بين ١٠- ٧٠ملم .

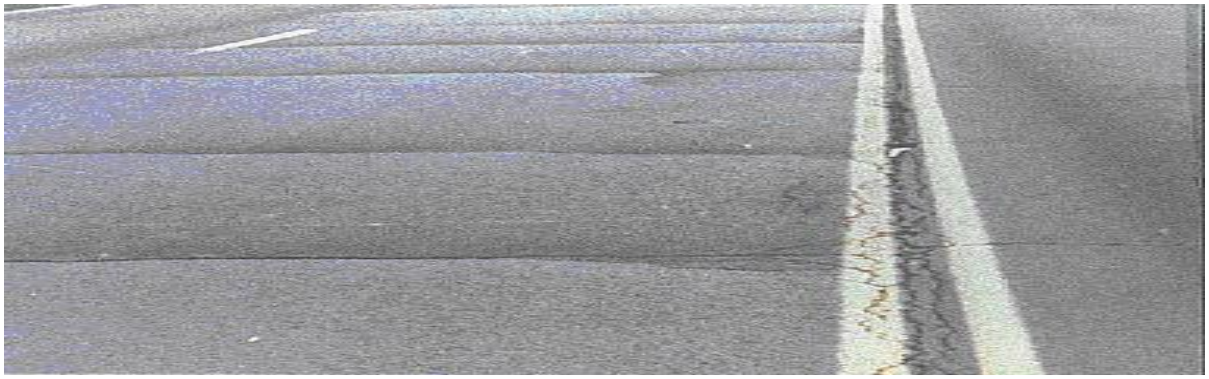
- شقوق غير مليئة بعرض أكبر من ٧٥ملم محاطة بشقوق ثانوية . - شقوق مليئة بأي عرض ومحاطة بشقوق ثانوية .

شدة متوسطة للشقوق الانعكاسية

٣- مستوى الشدة العالي : ويوجد في أي من الحالات التالية :

- شقوق مليئة أو غير مليئة محاطة بشدة متوسطة أو عالية من الشقوق الثانوية .

- شقوق غير مليئة بعرض أكبر من ٧٥ملم . - شقوق بعرض حوالي ١٠٠ملم ومحاطة بشقوق متطايرة أو مكسرة .



شدة عالية للشقوق الانعكاسية

كيف يتم قياس الشقوق الانعكاسية في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟

تقاس شقوق الفواصل الانعكاسية بالمتر الطولي، كما يجب تسجيل طول ومستوى الشدة لكل شق . توجد في بعض الحالات عدة مستويات للشدة مختلفة في قطاع واحد ، في هذه الحالة يجب تسجيل طول الشقوق ومستوى الشدة لكل شدة وبشكل منفصل . وتقاس المساحة المتأثرة لهذا العيب بطول المنطقة المتأثرة مضروباً بمتر واحد، وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح .

ما هي طرق المعالجة المحتملة للشقوق الانعكاسية في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟

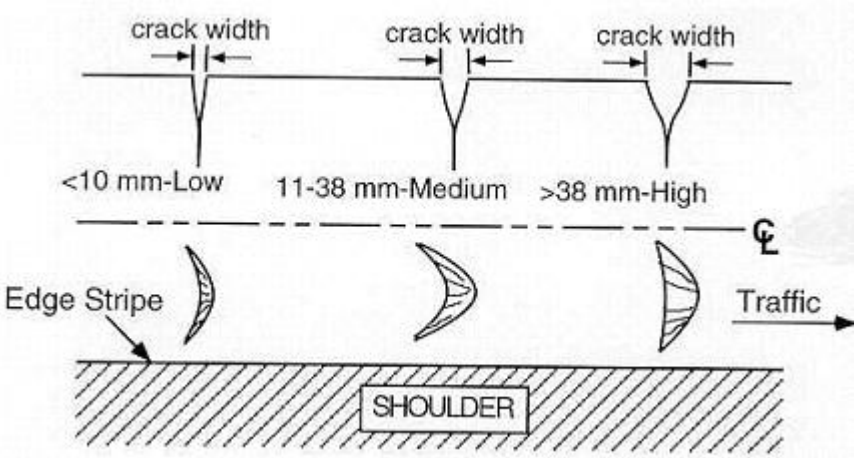
يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة لعيب الشقوق الانعكاسية حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

الشقوق الانعكاسية Reflection Cracking

الكثافة / الشدة	منخفضة (أقل من 10%)	متوسطة (مابين 11%-50%)	عالية (أكثر من 50%)
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing
متوسطة	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing
عالية	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching

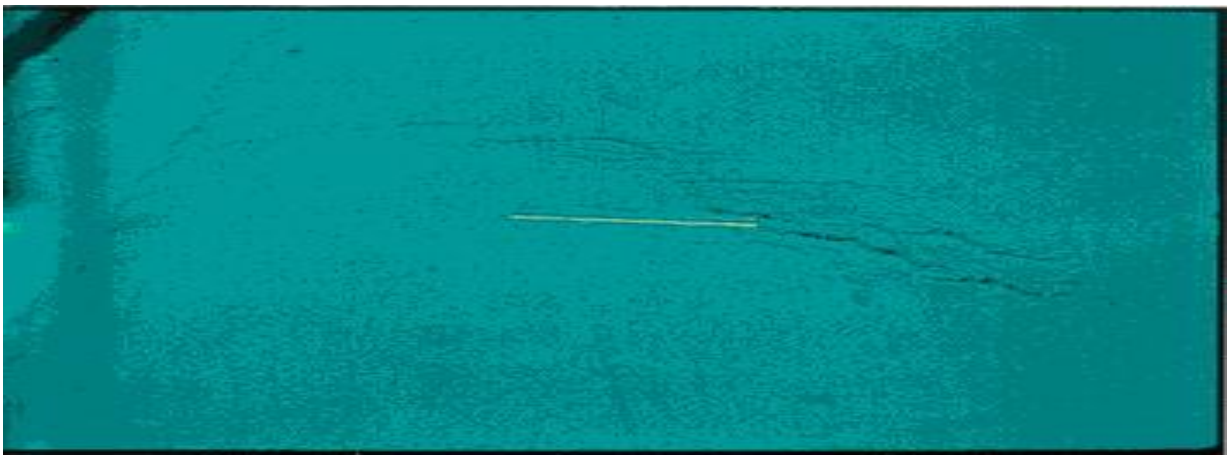
ما هي الشقوق الانزلاقية وما هو تصنيف تلك الشقوق تبعا لشدتها ؟

الشقوق الانزلاقية Slippage Cracks هذه الشقوق لها شكل نصف هلال وتنتقل عادة باتجاه الحركة . وتظهر الشقوق الإنزلاقية في مواقع استعمال مكابح السيارات أو الدورانات حيث تسبب إنزلاق أو انهيار لطبقة الرصف . يوضح الشكل المبين لاحقا الشقوق الإنزلاقية وموقعها من الطريق .



مستويات الشدة

١- مستوى الشدة المنخفض : يكون عرض الشقوق أقل من ١٠ملم .



٢- مستوى الشدة المتوسط : يمكن أن تصادف إحدى الحالتين :

* متوسط عرض الشقوق يتراوح بين ١١-٤٠ ملم .

* تكسر متوسط في المنطقة المحيطة بالشقوق حدث لها و/أو أن المنطقة محاطة بشقوق ثانوية .

٣- مستوى الشدة العالي : تحدث إحدى الحالتين

* متوسط عرض الشقوق أكبر من ٤٠ ملم .

* المنطقة المحيطة بالشقوق قد تكسرت إلى قطع سهلة الإزالة .

كيف يتم قياس الشقوق الانزلاقية المتولدة في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

تُقاس المساحة المتأثرة بالشقوق الإنزلاقية بالمتر المربع . وتحسب الكثافة بقسمة المساحة المتأثرة بالعيب على المساحة الكلية للمقطع الممسوح .

ما هي المعالجة الممكن اجراءها لمعالجة الشقوق الانزلاقية في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة لتقاطع للشقوق الانزلاقية حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

الشقوق الإنزلاقية Slippage Cracks			
الكثافة / الشدة	منخفضة	متوسطة	عالية
	أقل من 10%	مابين11%-50%	أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	ملاط عازل Slurry Seal	ملاط عازل Slurry Seal
متوسطة	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching
عالية	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching

ما هي الاسباب المتوقعة لظهور كل نوع من انواع الشقوق المبينة في الجدول لاحقا ؟

هناك مجموعة من الاسباب المحتملة لحدوث الشقوق المبين لاحقا وكما يلي :

ت	نوع الشقوق	الاسباب المحتملة
١	التمساحية او الكلل	تتضمن الأسباب المتوقعة للشقوق التمساحية سبب أو أكثر من الأسباب التالية : ١. تلف طبقة الخرسانة الإسفلتية نتيجة لتلف الطبقة السفلية بسبب الأحمال المرورية المتكررة . ٢. عدم ثبات حالة طبقة الأساس الإسفلتي أو طبقة تحت الأساس بسبب هبوط زائد للسطح . ٣. ضعف طبقة الأساس الحجري مما جعلها غير قادرة على الهبوط الزائد الناتج من الأحمال المرورية ٤. تقادم المواد الإسفلتية بفعل الزمن . ٥.عدم كفاية سماكة طبقات الرصف . ٦.ضعف تصريف في طبقتي القاعدة وتحت الأساس .
٢	الشبكية	تُعتبر الشقوق الشبكية من العيوب الوظيفية والإنشائية والسبب الأساس لهذه الشقوق هو الانكماش الحراري للمواد الإسفلتية الرابطة نتيجة للانفعال والإجهاد الدوري، كما يُشير ظهور هذه الشقوق إلى تصلب الإسفلت بدرجة كبيرة. غير أن الشقوق الشبكية من العيوب غير المتعلقة بالأحمال بالرغم من زيادة مستوى شدتها نتيجة لتأثير الأحمال، كما أن الخرسانة الإسفلتية الضعيفة تُعجل من بداية ظهور هذه الشقوق .
٣	الطولية او العرضية	١. عدم جودة تنفيذ فواصل المسار (في حالة الشقوق الطولية) . ٢. انكماش سطح الخرسانة الإسفلتية نتيجة لانخفاض درجة الحرارة أو تصلب الإسفلت . ٣. الشقوق الانعكاسية الناتجة عن الشقوق السفلية تحت الطبقة السطحية مثل شقوق البلاطات الخرسانية الأسمنتية (لكن لا تتضمن فواصل البلاطات الخرسانية) .
٤	الجانبية	تظهر الشقوق الجانبية بسبب ضعف طبقتي الأساس والقاعدة بالقرب من حافة الرصف .
٥	الانعكاسية	تُعتبر حركة البلاطة الخرسانية الأسمنتية الناتجة عن الحرارة والرطوبة والتي بدورها تنعكس على سطح الرصف الإسفلتي هي السبب الرئيس لحدوث شقوق الفواصل الانعكاسية .
٦	الانزلاقية	١. ضعف الربط بين طبقة السطح والطبقات المتتالية لهيكل أو بناء الرصف . ٢. انخفاض مقاومة الخلطة الأسفلتية .

.

ما هي أنواع التشوهات الممكن حصولها في طبقات التبليط الإسفلتي ؟

١ -الزحف (flow) : يحدث الزحف بسبب عدم ثبات التبليط الاسفلتي وسببه يعود الى استعمال سمنت اسفلتي ذي اختراق عالي (high penetration asphalt) مما يجعل التبليط لينا (soft) .

٢ -الأخاديد (ruts) : وهي على شكل قنوات طولية تظهر تحت مسار دواليب المركبات وسببها هبوط طبقة واحدة أو أكثر من طبقات التبليط بتأثير الانضمام أو الإزاحة الجانبية تحت تأثير سير المركبات ، وقد يكون ذلك بسبب ضعف التماسك والاحتكاك الداخلي في طبقات التبليط أو قلة حدل طبقات الإسفلت إثناء التنفيذ أو بسبب حركة المزيج الإسفلتي لضعف ثباته وعدم تحمل الأثقال المرورية حيث يهبط التبليط تحت خط سير المركبات ويصعد الى اعلى التبليط خارج سير دواليب المركبات يتبعها تشقق التبليط وحركته وحركة الأكتاف الى الخارج . يعتبر معيار الفشل الإنشائي في التبليط المرن حساب معيار مركز أبحاث الطرق والنقل في بريطانيا (TRRL) هو حدوث تشوه دائمي عمودي بحوالي ٢٥ ملم وذلك في مسار الدولاب القريب من حافة التبليط مقاسا بالنسبة الى المستوى الأصلي وسببه ان هذا المسار يحمل عادة معظم المركبات التجارية الثقيلة اما مسار المرور البعيد فيحمل بصورة رئيسية المركبات المتجاوزة معظمها مركبات الصالون ولذا فانه قلما يصيبه الإجهاد . يعرف فشل التبليط بموجب معيار الاشتو (AASHTO) بدلالة مستوى أداء التبليط حسب قرار مستعمل الطريق وذلك عندما يصل مستوى أداء التبليط PT القيم التالية :

نوع الطريق	الطرق السريعة	الطرق الرئيسية	الطرق الثانوية
مستوى الاداء (PT)	٣	٢،٥	٢

٣. الطيات أو الزحف (corrugations and shoving) : وهي عبارة عن زحف الطبقة السطحية بالنسبة للأساس وتكون تشوهات عرضية مرتفعة وتحدث غالبا في الأماكن التي تستعمل فيها المركبات الثقيلة جهاز الموقف (BRAKE) كما في الأقواس الحادة ومقتربات الجسور والاضوية المرورية . ان طبيعة هذا الفشل انه يتسارع ويؤدي الى انحرافات الاستوائية وتكون التموجات والتشقق مما يساعد على تغلغل المياه الى طبقات التربة وبالتالي الفشل الكلي للتبليط . اما أسباب هذا النوع من الفشل فهو ان الإسفلت المستخدم قد يكون لينا أو ان الركام غير مستقر أو كلاهما وكذلك ضعف ثبات التبليط وزيادة نسبة الإسفلت والركام ذي السطوح المدورة الشكل قد تؤدي الى زحف سطح الطريق وتكون طيات على شكل حرف (٧) حيث يكون الرأس بعكس اتجاه سير المركبات . كلما كانت الطبقة السطحية أكثر سمكا كلما قل احتمال زحفها .

٤. خسوفات في مستوى التبليط (grade depressions) بمسافات محددة من الطريق وغيره مصحوبة بتشققات . اما سببها فهو ضعف أساس تلك المساحات التي تشبه البركة ، وقد تكون بسبب حفر الخدمات كالماء والمجاري وغيرها وعدم حدل مواد الاملائيات جيدا .

٥. انتفاخ طبقة التبليط (upheaval) وسببها انتفاخ الطبقة الترابية التي تحت التبليط أو التمدد الناتج عن انجماد الماء المتغلغل في تشققات طبقات الإسفلت .

٦. يختلف تأثير الانجماد من حركة التغير الحجمي بسبب قوة القص (shear) أو الانضمام حيث انه في حالة الانجماد يحدث صعود في التبليط مع بقاء التبليط المجاور بمستواه الأصلي بينما في حالة القص والانضمام يحدث هبوط في التبليط وصعود مجاور .

٧. التشوه بسبب انضمام التربة حيث يؤدي انضمام طبقة الأساس وما تحتها الى تشوه سطح التبليط يتبعه تولد تشققات بشكل نصف دائرة أو بنمط طولي . عليه يجب تجنب اجهاد الطبقة الترابية (subgrade) الى حد يفوق قابلية التبليط للانحناء وتجنب تخريب سلامة التبليط الإنشائي .

كيف يتم زيادة مقاومة المزيج الإسفلتي المستخدم في انشاء الطرق للتشوهات ؟

ان استخدام قير جيد وقوي (ذو اختراق قليل) واستخدام مضافات معينة سوف يزيد من المقاومة للتشوهات كما ان محتوى القير في المزيج له تأثير واضح وله علاقة بنوعية الركام .

ما هي أشكال التكسرات الممكن حصولها في طرق الخرسانة الإسفلتية ؟

١ -الحفر (potholes) وتكون في البداية كحفرة صغيرة ثم تتوسع وهي تنتج عن التكسر الموضعي بسبب ضعف طبقة الإسفلت الناتج عن قلة الإسفلت أو ضعف تصريف المياه السطحية .

٢ -التفكك (raveling) وهو انفصال المواد الركامية من السطوح الإسفلتية وتبدأ هذه الظاهرة من السطح وتمتد نحو الأسفل أو من الحافة الى الداخل حيث يحدث التقشر والتشظي وتتطاير المواد الحصوية الناعمة أولا ثم المواد الخشنة وتكون الحفر وبالتالي فشل التبليط .

ما هي أسباب حدوث كل مما يأتي في طرق الخرسانة الإسفلتية ؟

١ -التفكك ٢- التقشر والتشظي

ان سبب التفكك هو الخدش المتولد من حركة المرور وضعف طبقة الإسفلت لقلة الحدل أو التبليط في الأجواء الباردة أو ان الإسفلت المستخدم مستقصف (brittle) لا يستطيع مسك الركام في مكانه أو وجود شوائب في المزيج الإسفلتي . اما التقشر والتشظي فيعزى ا-لى تأثير الماء وأشعة الشمس .

ما هي الأمور الواجب اتخاذها لمنع تفكك السطح الإسفلتي الناتج عن قوى خدش حركة المرور ؟

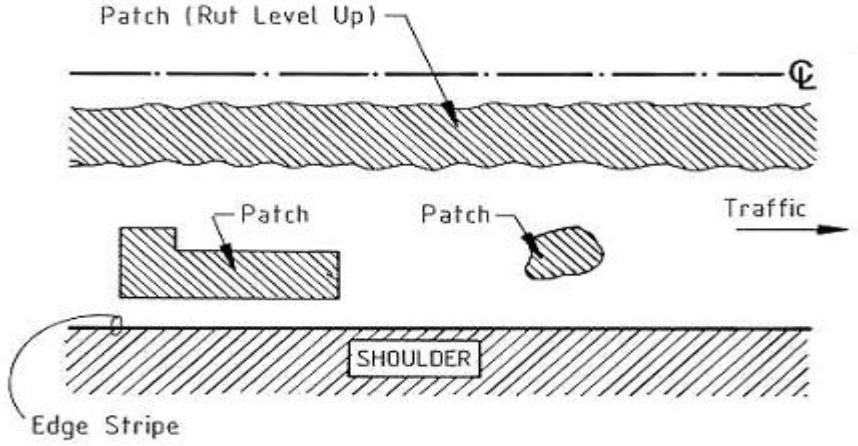
من اجل منع حدوث تفكك السطح الإسفلتي المتولد عن قوى خدش حركة المرور فان الأمر يتطلب مايلي :

١ -يجب ان يكون للمادة الرابطة درجة عالية من الالتصاق مع سطوح المواد الركامية وكذلك درجة عالية من الربط والتماسك بين حبيبات الركام لمسكها مع بعضها .

٢ -زيادة نسبة الإسفلت في المزيج باعتباره يحصن السطح ضد الماء بصورة جيدة على ربط الحبيبات ويوفر غشاء أكثر مقاومة لتصلب الإسفلت ويكون بالنتيجة اقل عرضة للاستقصاف في وقت مبكر .

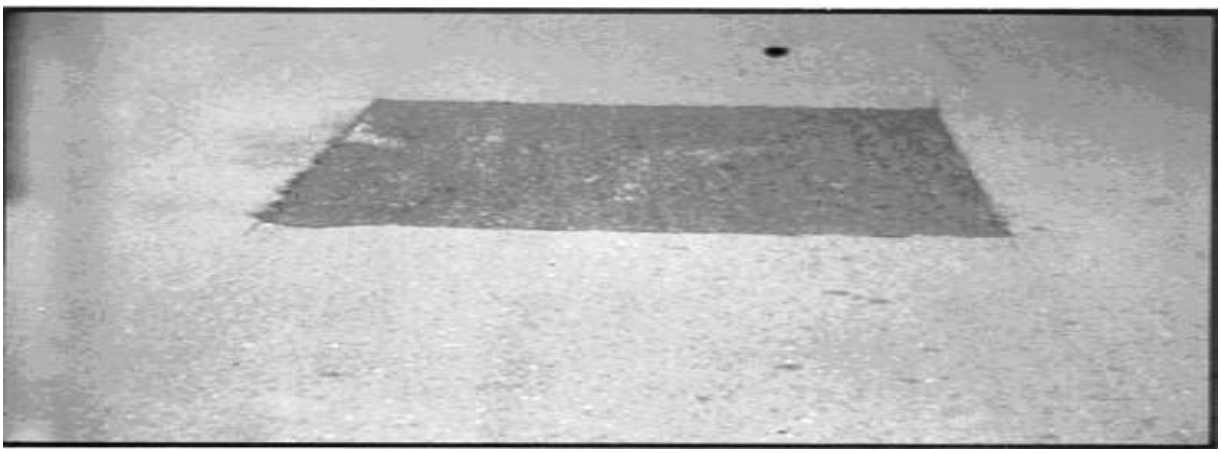
ما هو الترقيع وما تصنيفه تبعا لشدتها ؟

الترقيع Patching يتضمن هذا النوع من العيوب انهيار مواقع صيانة وإصلاح طبقات الرصف الموجودة . وفي الحقيقة يُعتبر الترقيع عيباً بحد ذاته حتى لو كان أداؤه جيداً ، وبشكل عام تتعلق بعض خشونة سطح الرصف بهذا العيب .



مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

١- مستوى الشدة المنخفض : هو المستوى الذي يؤثر بشكل بسيط على مستوى جودة القيادة ويكون فيه الترقيع بحالة جيدة .



٢- مستوى الشدة المتوسط : هو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة ويكون فيه الترقيع متدهور تدهوراً متوسط .

شدة متوسطة للترقيع

٣- مستوى الشدة العالي : هو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة ويكون فيه الترقيع متدهوراً بشكل كبير ويحتاج إلى صيانة فورية .

شدة عالية للترقيع

كيف يتم قياس الترقيع المتولدة في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يُقاس الترقيع بالمتر المربع للمنطقة المتأثرة لجميع مستويات الشدة، وإذا كان هناك مستويات شدة مختلفة في الترقيع الواحد فيجب قياس كل مستوى شدة على حده . أما إذا كان يوجد عيوب أخرى مع الترقيع فلا يتم تسجيل هذه العيوب كعيوب منفصلة . وتجدر الإشارة أنه في حالة إزالة مساحة كبيرة من طبقة الرصف واستبدالها بترقيع وخاصة في التقاطعات فهذا لا يُعتبر ترقيعاً . وتحسب الكثافة بقسمة المساحة المتأثرة على المساحة الكلية للمقطع الممسوح .

ما هي الاسباب المحتملة لحدوث الترقيع في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

تتضمن الأسباب المحتملة لعيب الترقيع الأحمال المرورية، عدم ضبط جودة المواد أو سوء تنفيذ إعادة الردم وسوء تشغيل الإسفلت .

ما هي طرق معالجة الترقيع في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

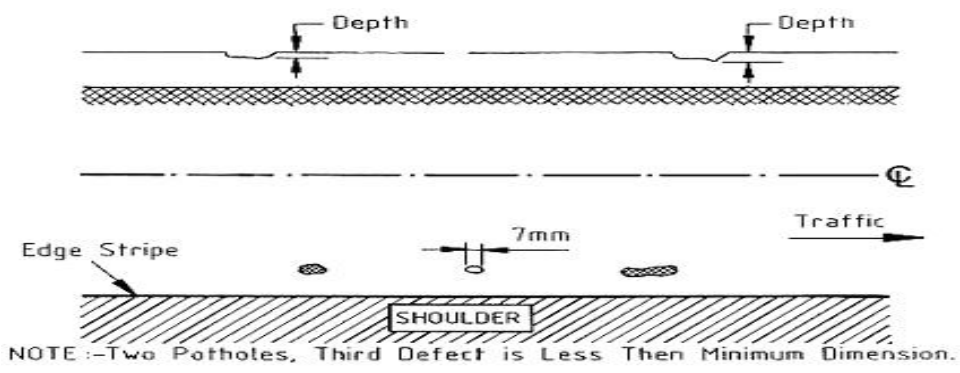
يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للرقع حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

الرقـــع Patching

الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضـــة	لا تفعل شيئا (Do Nothing)	لا تفعل شيئا (Do Nothing)	لا تفعل شيئا (Do Nothing)
متوسطـــة	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching
عـــاليـــة	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching

ما هي الحفر وما هو تصنيفها تبعا لشدتها ؟

الحُفر Potholes تكون الحُفر عادة بشكل حوض قطره حوالي ٧٥٠ ملم ، كما يكون لها أوجه رأسية بالقرب من أعلى الحفرة ، وهي تحدث على سطح الطريق وتختلف في العمق والاتساع . فإذا حدثت الحُفر بسبب الشقوق التمساحية عالية الشدة فيجب تعريفها كحُفر وليس تطاير (Weathering) . يوضح الشكل المبين لاحقا شكل الحُفر وموقعها في الطريق .

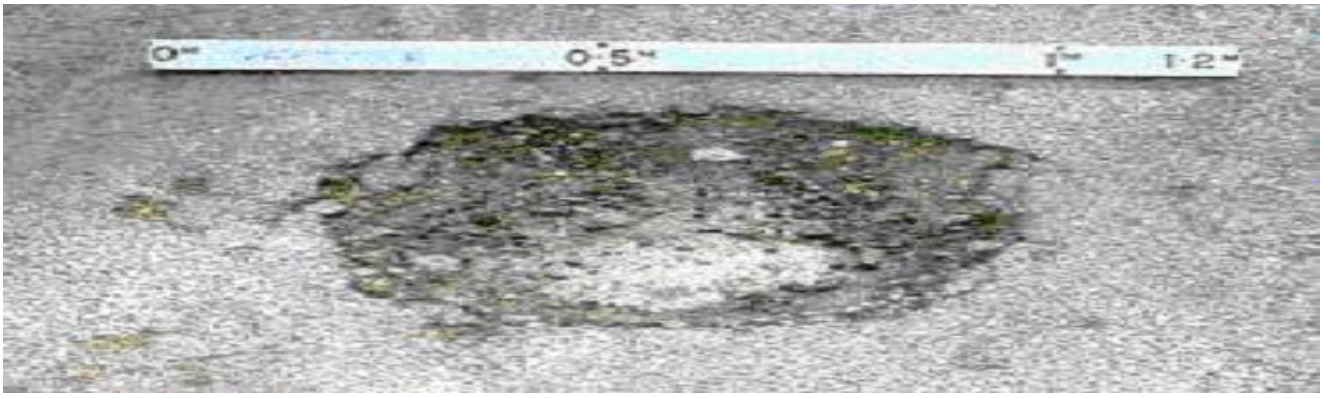


مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

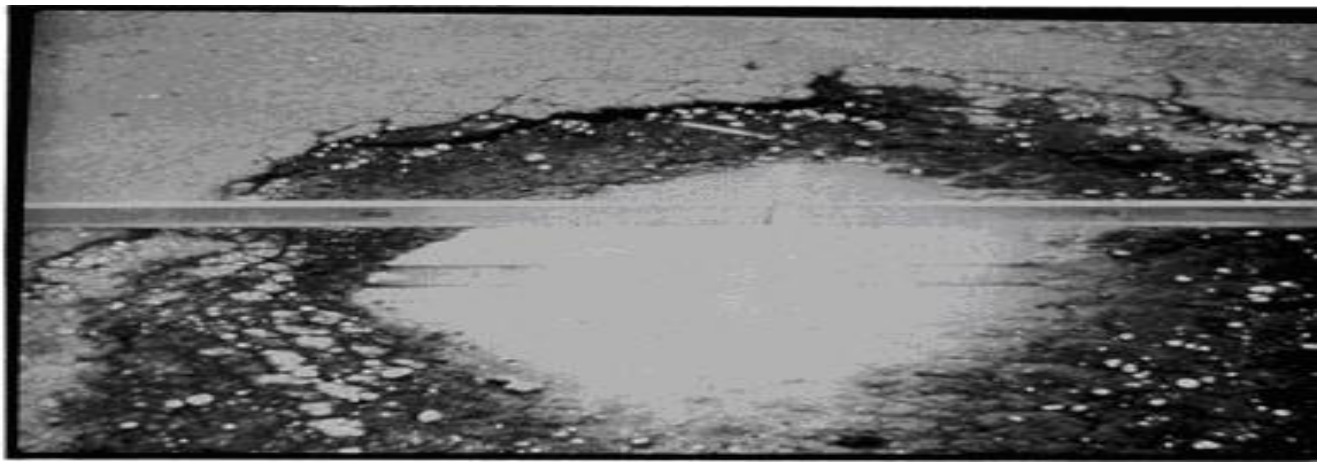
يوضح الجدول التالي مستويات الشدة للحُفر التي قطرها أقل من ٧٥٠ ملم .

أقصى عمق	متوسط القطر (ملم)		
(ملم)	200 - 100	450 - 201	750 - 451
25 - 13	منخفض	منخفض	متوسط
50 - 26	منخفض	متوسط	عالي
أكثر من 50	متوسط	متوسط	عالي

شدة منخفضة للحُفر



شدة متوسطة للحُفر



شدة عالية للحُفر

كيف يتم قياس الحفر المتولدة في التبليط الاسفلتي ؟

إذا كان قطر الحُفر أكثر من (٧٥٠) ملم فيتم قياس المساحة بالمتر المربع ثم تُقسم على (٠،٥) نصف متر مربع لإيجاد عدد الحفر المكافئ ، أما إذا كان عمق الحفر أقل من ٢٥ ملم فتعتبر متوسطة الشدة ، وعالية الشدة في حالة عمقها أكثر من ٢٥ ملم .

ما هي الاسباب المحتملة لحدوث الحفر في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟

هناك مجموعة من الاسباب التي يمكن ان تؤدي الى حدوث الحفر في طرق الخرسانة الاسفلتية منها :

١. تكسر سطح طبقة الرصف نتيجة للشقوق التمساحية .

٢. التفتت الموضعي لسطح طبقة الرصف .

٣. وجود الرطوبة وفعل الحركة يُعجل من نشوء الحُفر .

ما هي طرق معالجة الحفر في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟

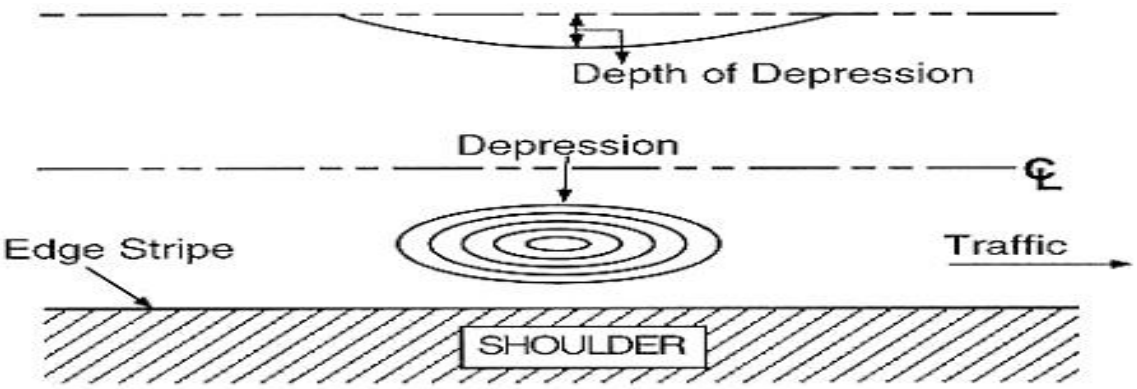
يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للحُفر حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

Potholes الحفر

الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة 50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching
متوسطة	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching
عالية	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching

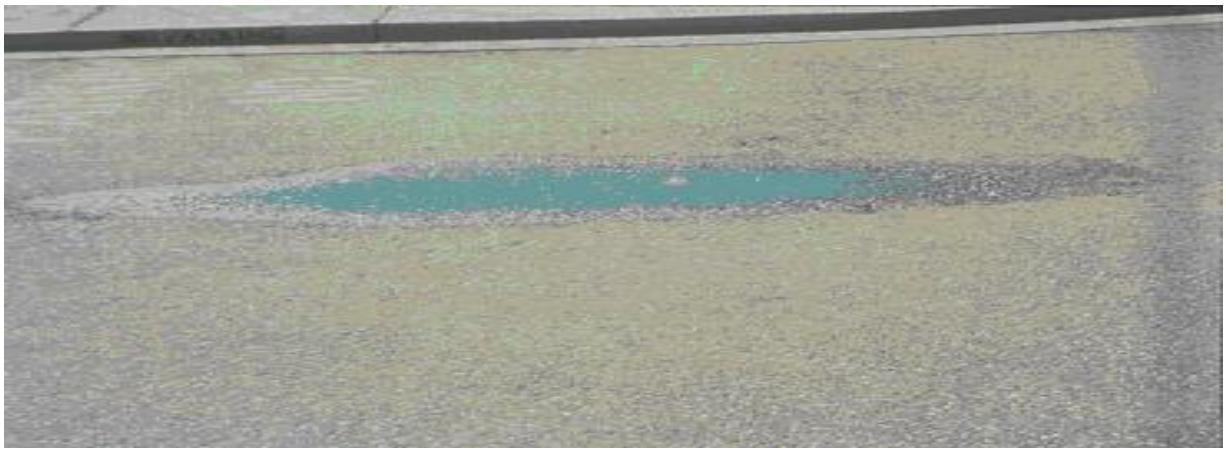
ما هو الهبوط وكيف يتم تصنيفه تبعا لشدته ؟

الهبوط Depression : هو انخفاض قليل في منطقة من سطح الرصف ، وفي معظم الأحيان تلاحظ الهبوطات الخفيفة بعد هطول الأمطار، كما تلاحظ في مواقع وجود بقع الزيوت المتساقطة من المركبات ، وتُعتبر الهبوطات من العيوب الوظيفية . يوضح الشكل المبين لاحقا شكل الهبوطات ومستويات شدتها وموقعها في الطريق .

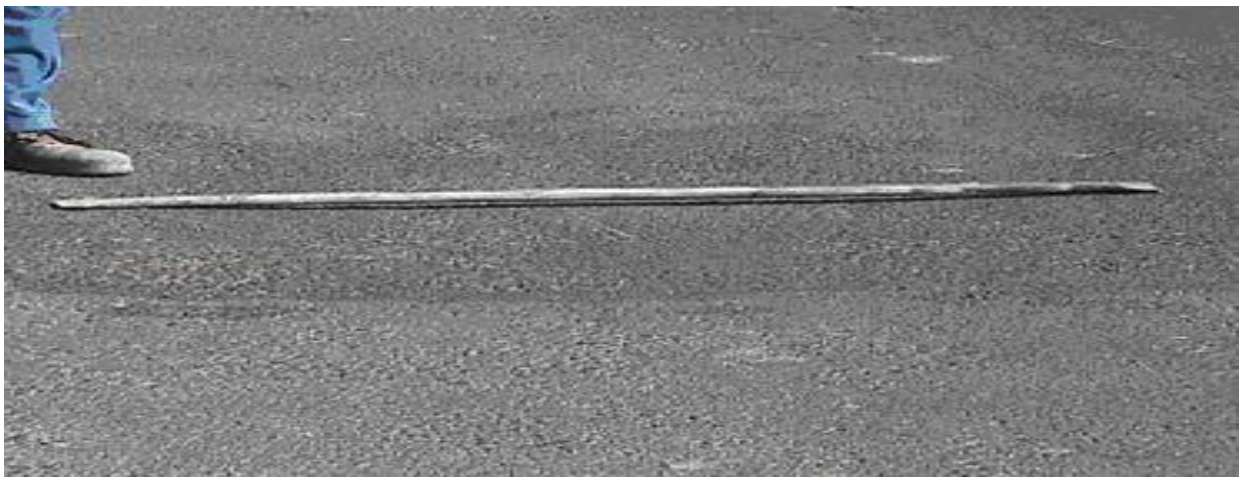


مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

١- مستوى الشدة المنخفض : يُلاحظ هذا المستوى للهبوطات في مناطق البقع، ولها تأثير خفيف على مستوى جودة القيادة ومن الممكن أن تُسبب ارتفاعات وانخفاضات للسيارة في السرعات العالية . ويتراوح أقصى عمق للهبوطات بين ١٣- ٢٥ ملم في حالة الشدة المنخفضة .



٢- مستوى الشدة المتوسط : يُلاحظ هذا العيب بسهولة عند هذا المستوى وتؤثر بدرجة متوسطة على مستوى جودة القيادة حيث تُسبب الهبوطات ارتفاع وانخفاض للسيارة عند السرعات العالية . يتراوح عمق هذا المستوى من الشدة بين ٢٥- ٥٠ ملم .



٣- مستوى الشدة العالي : يمكن ملاحظة هذا المستوى من الشدة للهبوطات بسهولة وهو يؤثر بشدة على مستوى جودة القيادة مسببا اهتزازات واضحة للسيارة عند السرعات العالية، وأكبر عمق للهبوط يكون أكثر من ٥٠ ملم .

كيف يتم قياس الهبوط المتولد في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يُقاس الهبوط بتحديد المساحة المتأثرة بالمتر المربع من مساحة السطح لكل مستوى شدة على حده . وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

ما هي الاسباب المحتملة لحدوث الهبوطات في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يمكن تلخيص الأسباب المحتملة للهبوطات بالنقاط التالية :

١. تحدث الهبوطات نتيجة لهبوط طبقات الأساس الترابي أو ينشأ أثناء الإنشاء .

٢. بسبب هبوط الأساس الترابي نتيجة للأحمال الزائدة التي تضغط الأساس فتهشمه أو بسبب الهبوط الفوري الذي يحدث أثناء التنفيذ نسبة للحركة العليا على الطبقات الدنيا. كما أن عدم كفاية الحدل لتربة الدفن وعدم مقدرة طبقة القاعدة على تحمل الأحمال من أسباب الهبوطات .

٣. الأحمال المرورية ، الحرارة ، المواد وعيوب التنفيذ كلها عوامل تُسهم في نشوءها وتُعجل في انتشارها .

ما هي طرق معالجة الهبوطات في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

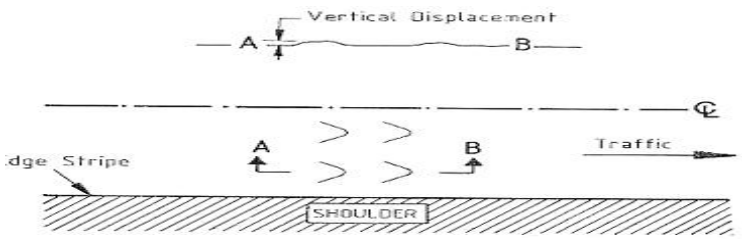
يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة لعيب الهبوطات حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

Depression الهبوطات

الكثافة / الشدة	منخفضة	متوسطة	عالية
	أقل من 10%	مابين 11%-50%	أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching
عالية	ترقيع عميق Deep Patching	إصلاح طبقة الأساس وإعادة الرصف Base Repair and Repave	صلاح طبقة الأساس وإعادة الرصف Base Repair and Repave

ما هو الزحف او الازاحة وما هو تصنيفه تبعا للشدة ؟

الزحف أو الإزاحة Shoving : هو حركة طولية لمساحة موضعية من سطح الطريق باتجاه حركة السير وينشأ نتيجة للأحمال الحركية المرورية ، فعندما تدفع الحركة طبقة الرصف فإنها تولد أمواجا قصيرة ومرتفعة على سطح طبقة الرصف . يحدث هذا العيب في مواقع التقاطعات (تسارع وتباطؤ) وقبل الإشارات المرورية حيث التوقف وبداية الحركة أو في مناطق تلاصق الطبقة الخرسانية الأسمنتية مع الطبقة الإسفلتية المرنة . يوضح الشكل المبين لاحقا الشكل العام للزحف .



مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

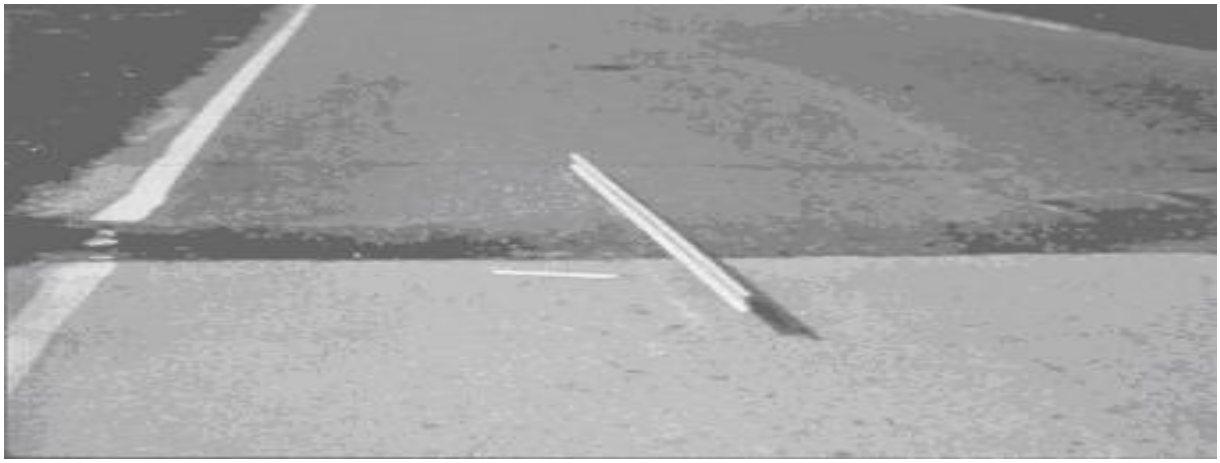
١- مستوى الشدة المنخفض : هو المستوى الذي يؤثر بشكل بسيط على مستوى جودة القيادة .

شدة منخفضة للإزاحة

٢- مستوى الشدة المتوسط : هو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة .

شدة متوسطة للإزاحة

٣- مستوى الشدة العالي : هو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة .



شدة عالية للإزاحة

كيف يتم قياس الزحف المتولدة في التبليط الاسفلتي ؟

يُقاس الزحف بالمتر المربع للمنطقة المتأثرة لكل مستوى شدة ، ولكن عندما يحدث الزحف في مواقع الترقيع فيسجل الترقيع فقط . وتحسب الكثافة بقسمة المساحة المتأثرة بالعيب على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة

ما هي الاسباب المحتملة لحدوث الزحف المتولد في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

هناك مجموعة من الاسباب التي يمكن ان تؤدي الى حدوث الزحف ومن اهمها :

١. إجهادات القص المتولدة من حركة المركبات في المواقع ذات الانحدار الحاد أو عند تقاطعات الإشارات المرورية .

٢. ضعف ثبات طبقات الرصف السطحية بسبب زيادة نسبة الإسفلت أو زيادة نسبة المواد الناعمة في الخلطة أو استعمال الركام الدائري الشكل .

٣. ضعف ثبات طبقات الأساس الحجري وما تحت الأساس ينعكس على سطح الرصف .

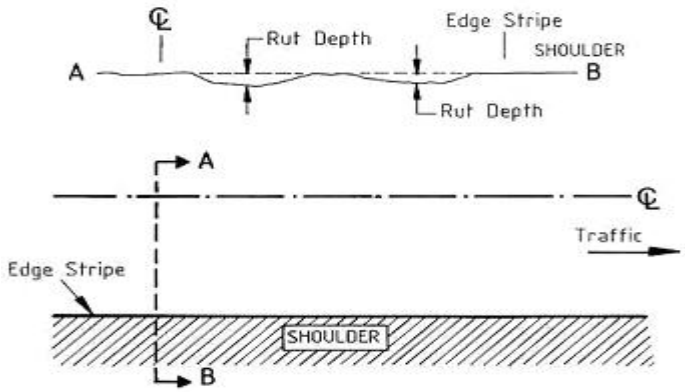
ما هي طرق معالجة الزحف في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة لعيب الزحف أو الإزاحة حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

الزحف أو الإزاحة Shoving			
الكثافة / الشدة	منخفضة	متوسطة	عالية
	أقل من 10%	مابين 11%-50%	أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching
عالية	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching	إعادة إنشاء Reconstruction

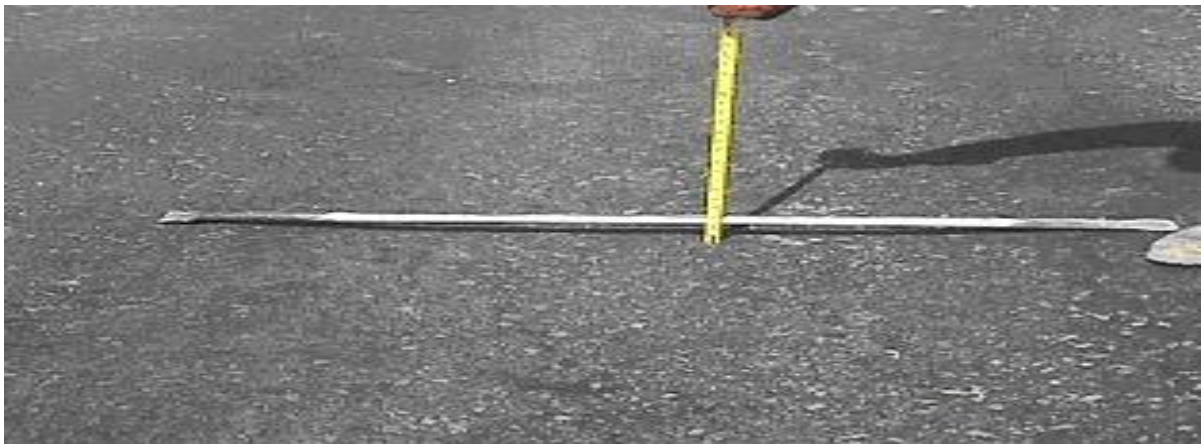
ما المقصود بالتخدد في التبليط الاسفلتي وكيف يتم تصنيفه تبعا للشدة ؟

التخددRutting : هو هبوط في سطح الطريق (بشكل قنوات) في منطقة مسار إطارات السيارات ، ويُعتبر التخدد من العيوب الوظيفية (functional) في الرصفات ، ولكن يدخل ضمن العيوب الإنشائية في حالة مستوى التخدد عالي الشدة . ويتعلق التخدد بالأحمال ، وسماكات الرصف والمواد ويحدث نتيجة الدك والحركة المرنة العرضية لطبقة ما أو لكل طبقات الرصف بما فيها طبقة القاعدة . وتحدث الحركة الرأسية لطبقة الرصف على طول جوانب التخدد ، ويظهر التخدد بعد هطول الأمطار عندما تمتلئ مسارات الإطارات بالماء مما تسبب خطورة على الحركة ، كما تنشأ خطورة أخرى عندما يكون التخدد عميق ويصعب التحكم في توجيه السيارة . يوضح الشكل المبين لاحقا شكل التخدد وموقعه في الطريق .



مستويات الشدة :هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

١- مستوى الشدة المنخفض : يتراوح متوسط العمق لهذا المستوى بين ٦- ١٣ ملم .



٢- مستوى الشدة المتوسط : يتراوح متوسط العمق بين ١٤-٢٥ ملم .

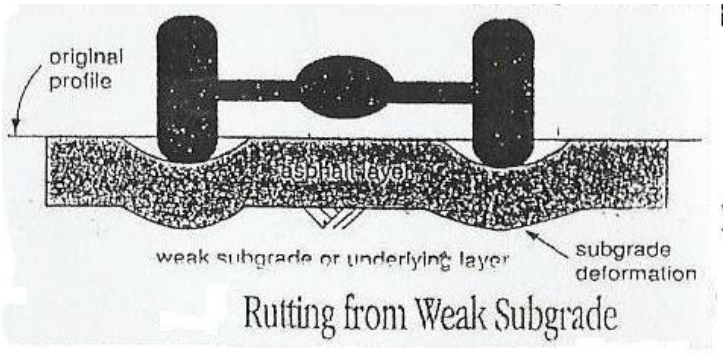
٣- مستوى الشدة العالي : يساوي متوسط عمق التخدد عند هذا المستوى أكثر من ٢٥ ملم .

ما هي الاسباب المحتملة لحدوث التخدد في التبليط الاسفلتي ؟

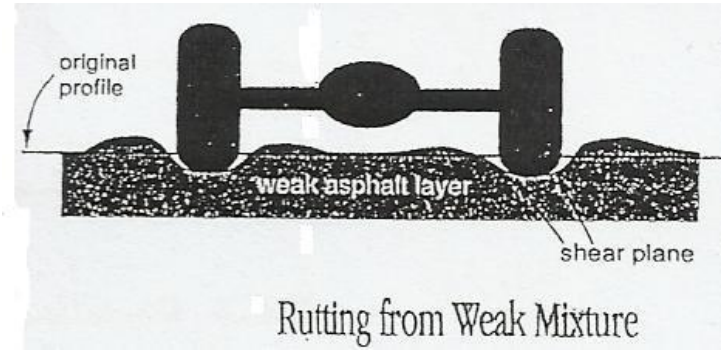
يُساهم ضعف المواد أو ضعف مواد تصميم الخلطة في انضغاط الطبقات ، إضافة إلى عدم كفاية الحدل أثناء التنفيذ ، نعومة الخلطة الإسفلتية ، ليونة مواد الطبقات السفلية نتيجة لتسرب المياه أو صدمات الإطارات (Studded tires) ، سماكات طبقات الرصف كلها من مسببات التخدد .

كيف يتم تصنيف الاخاديد تبعا لنوع الفشل الحاصل في طبقات التبليط ؟

اولا – اخاديد بسبب ضعف الطبقات الترابية او طبقات ما تحت الاساس او طبقة الاساس حيث لا يلاحظ ظهور تحدب فوق سطح الطريق الاصلي .



ثانيا – اخاديد بسبب ضعف طبقات الاسفلت (نوعية المزيج الاسفلتي) ويلاحظ ظهور تحدب فوق مستوى سطح الطريق الاصلي



ما هي العوامل المؤثرة على حدوث الأخاديد ؟

ان مكونات الخرسانة الاسفلتيه هي الركام ، السمنت الإسفلتي والفراغات الهوائية . حيث ان الأخاديد تتأثر بخواص هذه المحتويات ونسبها في الخليط الإسفلتي . وتحدث أخاديد التبليط الإسفلتي خلال فصل الصيف عندما تكون درجة الحرارة عالية حيث ان لزوجة الرابط الإسفلتي تصبح قليلة وواطئة وعندها تكون أحمال المرور تحمل بواسطة تركيبة الركام المعدني .

ما هو التأثير السلبي للتخدد الحاصل في الطرق على قيادة المركبات ؟ والى ماذا يشير ؟

عندما يحصل تخدد في سطوح التبليط فان هذا التخدد ربما يكون له تأثير سلبي على خصائص قيادة المركبة وربما يعرقل تصريف الماء من السطح حيث إن ذلك ربما يقلل من الاحتكاك ويساهم في انزلاق إطارات المركبة (نتيجة تكوين قنوات مائية يسير داخلها الماء) . التخدد يدل على تشوه أو تأكل المواد في التبليط أو ربما يدل على مشاكل مثل نزف الإسفلت ، الانضمام ، القص أو فقدان مواد التبليط .

بين الميكانيكية الافتراضية للإسفلت والركام في مقاومة القص للمزيج الإسفلتي .

مقاومة المزيج الحار (HMA) للأخاديد تعتبر مقاومة مشتركة (مقاومة القص) للركام المعدني والسمنت الإسفلتي .

ولتوضيح كيفية المساهمة لل (الإسفلت والركام) في مقاومة القص للمزيج الإسفلتي تستخدم معادلة (موهر – كولمب) لهذا الغرض :

$$\tau=C+\sigma\tan\varphi$$

حيث

τ = مقاومة القص للمزيج الإسفلتي .

C= التماسك في هذه الحالة جزء من مقاومة القص للمزيج والتي تعود الى المحتوى الإسفلتي .

σ= الاجهاد للمزيج الإسفلتي .

φ= زاوية الاحتكاك الداخلي والتي تعود الى هيكل أو تركيبة (محتوى) الركام . حيث يكون محتوى الفراغات الهوائية لها دور مهم في مقاومة القص في المزيج الإسفلتي وهي تتعلق بخواص ومحتوى الركام في المزيج .

ما هي العوامل المؤثرة على خواص الأخاديد وحدوثها ؟

١ –الركام : نوعية الركام من حيث الأصل الحجري وقوته وكذلك (التدرج ، الشكل ، النسيج السطحي) حيث الشكل الزاوي والسطح الخشن للركام يكون ذو مقاومة قص أعلى من الركام ذو الشكل المدور والسطح الأملس .

٢ –تدرج الركام : خليط الركام الخشن تكون مقاومته للقص عالية بالمقارنة بخليط الركام الناعم .

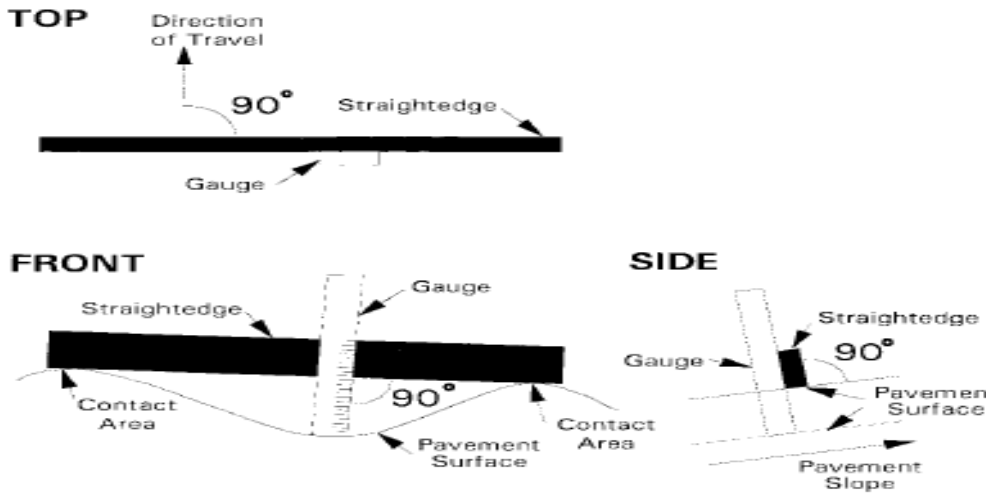
٣ –الركام الناعم : استخدام رمل الكسارات في الخليط أفضل من الرمل الطبيعي ويعطي ثبات عالي ومقاومة قص عاليه .

٤ –الركام الخشن : الركام الخشن المكسر ذو مقاومة قص أفضل من الركام الخشن الغير مكسر وكذلك يعطي قوة ثبات عاليه

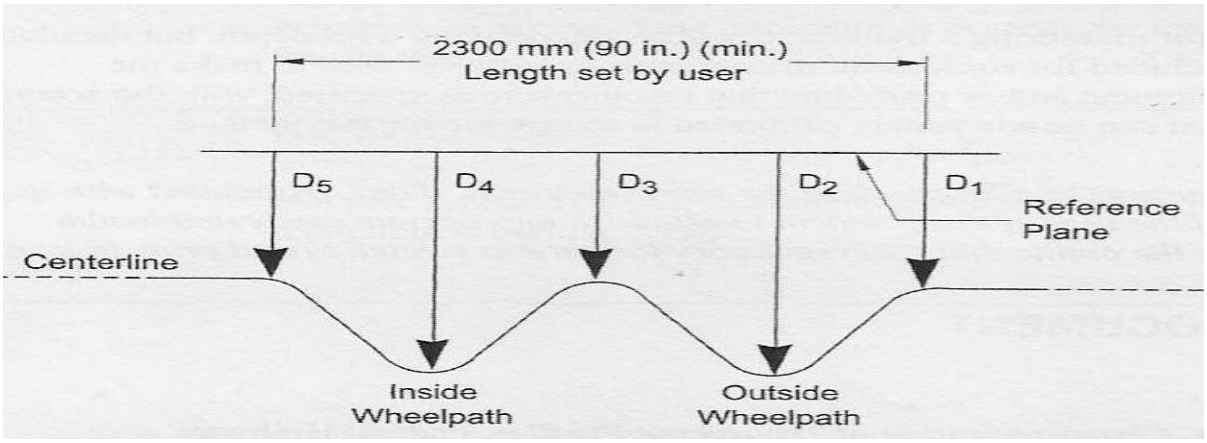
الفلر : كلما كانت نسبة المواد الناعمة (نسبة المواد العابرة من منخل رقم ٢٠٠) عالية تكون المقاومة جيده حيث تملأ الفراغات الهوائية وتزيد من قوة الثبات وفي كل الأحوال يجب ان لا تزيد نسبة الفلر في المزيج عن حدود المواصفات .

ما هو الفرق بين طريقة الـ ASTM , AASHTO عند اجراء فحص عمق التخدد في سطوح التبليط الاسفلتي ؟

اولا – بموجب طريقة الـ ASTM : في هذه الطريقة يتم قياس عمق التخدد لسطح التبليط باستخدام مسطرة ذات حافة مستقيمة باعتماد الخطوات الموصوفة في المواصفة(ASTM E1703/E1703M–95(Reapproved 2000 . في هذه الطريقة يتم قياس عمق التخدد في المكان الذي يتم اختياره على سطح التبليط تحت احد الاطارات دون الاخذ بنظر الاعتبار مقدار التخدد تحت الاطار المجاور او المقابل باستخدام مسطرة ذات حافة مستقيمة و مقياس (Gage) ويتم بذلك حساب أقصى مسافة عمودية بين السطح السفلي للمسطرة ومنطقة اتصال المقياس مع سطح التبليط في مكان محدد .



ثانيا – بموجب طريقة الـ AASHTO : في هذه الطريقة يتم قياس عمق التخدد لسطح التبليط لكامل المقطع العرضي من خلال خمس نقاط (على الاقل) لكل ٥٠ متر من الطريق وباعتماد الخطوات الموصوفة في المواصفة AASHTO R48–10



حيث :

$R_o = D_2 - [(D_1 + M)/2]$

$R_1 = D_4 - [(M + D_5)/2]$

$M = (D_1 + D_5)/2$ or D_3 whichever, is less

R_o : عمق التخدد تحت الاطار الخارجي (ملم) .

R_1 : عمق التخدد تحت الاطار الداخلي (ملم) .

٥ – D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 : الارتفاعات المقاسة كما في الشكل انفا (ملم) .

ما هي طرق معالجة التخدد ؟

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للتخدد حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

Rutting التخدد			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين 11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	كشط وإعادة رصف Milling and Repave	كشط وإعادة رصف Milling and Repave	كشط وإعادة رصف Milling and Repave
عالية	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching	إعادة إنشاء Reconstruction

ما المقصود بالنزف الاسفلتي الحاصل في طرق الخرسانة الاسفلتية وكيف يتم تصنيفه تبعا للشدة ؟

النزف الاسفلتي : هو انتقال علوي للمواد الإسفلتية الرابطة في طبقات الرصف الإسفلتي وتشكل هذه المواد على السطح طبقة زجاجية رقيقة عاكسة وهي عادة ما تجعله لامعاً ولزجاً وهذا يؤدي الى تقليل معامل الاحتكاك بين إطارات المركبة وسطح الطريق الأمر الذي قد يؤدي الى انزلاق المركبة (skidding) على سطح الطريق حيث ان ذلك يؤدي الى تقليل الخشونة المطلوبة للسطح وهذا يشكل خطورة على الأمان المروري كما ان النزف الإسفلتي يؤدي الى تكون تجاويف طولية أسفل آثار العجلات بالقرب من نهايات الرصف .

مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

١- مستوى الشدة المنخفض : هي الحالة التي يكون فيها النزف بدرجة طفيفة جداً ويُشاهد هذا فقط في أيام قليلة من السنة وعند هذا المستوى لا يلتصق الإسفلت بالحذاء أو بإطارات السيارات .

٢- مستوى الشدة المتوسط : هو المستوى الذي يلتصق فيه الإسفلت بالحذاء أو بإطارات السيارات ويحدث هذا خلال أسابيع قليلة في السنة

٣ -مستوى الشدة العالي : يكون النزف عالي الشدة عندما يلتصق الإسفلت بالحذاء أو بإطارات السيارات لمدة لا تقل عن عدة أسابيع وتكون الحصى مغطاة بالكامل بطبقة الاسفلت .

كيف يتم قياس النزف المتولدة في التبليط الاسفلتي ؟

يُقاس النزف بالمتر المربع للمساحة المتأثرة لكل مستوى شدة على حده ، وإذا كان مقطع الطريق تحت المسح يحوي بري أو صقل الحصى فلا يُحسب النزف على هذا المقطع . وإذا تواجد عيب التخدد بالإضافة إلى النزف الإسفلتي ، فإنه يسجل كعيب مستقل . وتقاس كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

ما هي الاسباب المحتملة لحدوث النزف الاسفلتي في التبليط الاسفلتي ؟

يحدث النزيف نتيجة لزيادة كميات مواد الربط الإسفلتية أو زيادة الإسفلت في الخلطة الإسفلتية ، كما أن زيادة رش المواد الإسفلتية (طبقة الدهان والطبقة اللاصقة) أو قلة الفراغات الهوائية يؤدي في الأجواء الحارة إلى تمدد الإسفلت وتعبئة الفراغات ومن ثم يتمدد إلى خارج السطح أو استخدام إسفلت منخفض الصلابة بالنسبة لدرجة حرارة المنطقة .

ما هي طرق معالجة النزف الاسفلتي ؟

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للنزف الإسفلتي حسب الشدة والكثافة، وتوجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

النزف الإسفلتي Bleeding or Flushing			
الكثافة / الشدة	منخفضة	متوسطة	عالية
	أقل من 10%	مابين11%-50%	أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	لا تفعل شيئا Do Nothing	تجفيف بالرمل الساخن Spry Hot Sand and Roll	كشط وإعادة رصف وتسوية Milling & Repave
عالية	كشط وإعادة رصف وتسوية Milling & Repave	كشط وإعادة رصف وتسوية Milling & Repave	كشط وإعادة رصف وتسوية Milling & Repave

* بشكل عام يعالج نزف الطريق بالتسخين أو بفرش طبقات متكررة من الرمل الحار وذلك لوقف الإسفلت الزائد اما اذا كان النزف الإسفلتي خفيفا فيمكن معالجته بوضع خلطة إسفلتية خشنة أو طبقة من الركام ذات امتصاصية عالية . ويمكن استخدام ماكينة قاشطة حاره أو باردة لإزالة الإسفلت الزائد أو إزالة الطبقة بأكملها .

ما المقصود بالتطاير الحاصل في طرق الخرسانة الاسفلتية وكيف يتم تصنيفه تبعا للشدة ؟

التطاير Raveling and Weathering : هو تفتت تدريجي لطبقة الرصف السطحية يعقبه طرد للحصى من مكانها وتتحول مواد الخلطة إلى مواد مفككة تشبه المواد الحجرية المفككة ، أما التآكل فهو فقدان المواد الإسفلتية المغطية لسطح الطريق. تشير هذه العيوب إلى أن المواد الإسفلتية قد تصلبت أو أن الخلطة الإسفلتية المستعملة ضعيفة الجودة .

مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

١- مستوى الشدة المنخفض : هو المستوى الذي تبدأ الحصى الناعمة والمواد الرابطة في التطاير وفي بعض المواقع يبدأ السطح بالتنقير (تظهر نتوءات) كما تُشاهد بقع الزيت في حالة انسكاب الزيوت على السطح ، ولكن لا يمكن اختراق السطح بحافة قطعة نقود .

شدة منخفضة للتطاير والتآكل

٢- مستوى الشدة المتوسط : هو المستوى الذي تبدأ فيه الحصى والمواد الرابطة في التطاير بعيداً ويظهر السطح متأثراً بدرجة متوسطة من حيث الخشونة والنتوءات ، أما في حالة انسكاب الزيوت فيصبح السطح ليناً ويمكن اختراقه بحافة قطعة النقود .

شدة متوسطة للتطاير والتآكل

٣- مستوى الشدة العالي : هو المستوى الذي تكون فيه الحصى الخشنة والمواد الإسفلتية الرابطة قد تطايرت وأصبح مظهر السطح خشناً جداً وكله نتوءات، كما تنشأ فراغات (تنقير Pit) صغيرة بقطر أقل من ١٠ ملم وعمقها أقل من ١٣ ملم ، أما المنطقة التي تحوي فراغات أكبر من ذلك فتسمى حفر (Potholes) . كذلك تفقد المواد الإسفلتية خاصية الربط وتصبح الحصى مفككة .

شدة عالية للتطاير والتآكل

كيف يتم قياس المساحة المتأثرة بالتطاير والتأكل في التبليط الاسفلتي ؟

تُقاس المساحة المتأثرة بالمتر المربع لكل مستوى شدة على حده . وتحسب الكثافة بقسمة مساحة المنطقة المتأثرة بالعيب على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

ما هي اسباب حدوث التطاير في التبليط الاسفلتي ؟

يحدث التطاير للأسباب التالية :

١. إجهاد القص الأفقي نتيجة الحركة المرورية .

٢. تأكسد أو تقادم المواد الإسفلتية الرابطة وانفصال الحصى ، ونقص المواد، والحرارة الزائدة للخلطة ، وقلة المحتوى الإسفلتي وعدم كفاية الدمك واستخدام حصمة ضعيفة في الخلطة الإسفلتية .

٣. وجود الماء (الذي تخلل إلى داخل الطبقة عن طريق الفراغات) والذي يؤدي إلى ضغط هيدروستاتيكي عند تأثير الحركة .

٤. انبعاث المواد الهيدروكربونية لفترة طويلة من محركات السيارات (تعمل المواد الهيدروكربونية كمذيب للمواد الإسفلتية) .

ما هي طرق معالجة التطاير والتأكل في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للتطاير والتآكل حسب الشدة والكثافة، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها . و تطبق المعالجات المبينة في الجدول على جميع المسارات .

التطاير والتآكل Raveling and Weathering			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	ملاط إسفلتي Slurry Seal	ملاط إسفلتي Slurry Seal	ملاط إسفلتي Slurry Seal
عالية	طبقة إضافية رقيقة Thin overlay	طبقة إضافية رقيقة Thin overlay	طبقة إضافية رقيقة Thin overlay

ما المقصود بالبري او صقل الحصى الحاصل في التبليط الاسفلتي ؟

بري أو صقل الحصى Polished Aggregate : هو تعري الحصى من المادة الإسفلتية وزيادة نعومتها بسبب احتكاك عجلات السيارات مما يؤدي إلى صقل الحصى وتناقص حجمها وبالتالي ضعف مقاومة الانزلاق . ويُعتبر صقل الحصى من العيوب الوظيفية التي يكون فيها الركام على سطح الرصف إما صغيراً جداً أو غير خشن وبدون حواف (أملس) حيث تضعف مقاومته للانزلاق في هذه الحالة .

مستويات الشدة : لا توجد مستويات محددة للشدة وإنما يقوم المراقب بوصف الواقع . ويبين الشكل المبين لاحقا نموذجاً لهذا العيب .

صقل أو بري الحصى.

كيف يتم قياس صقل الحصى في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يُقاس صقل الحصى بالمتر المربع للمساحة المتأثرة ، وإذا وجد عيب النزيف مع عيب صقل الحصى في هذه الحالة لا يُحتسب عيب صقل الحصى. وتحسب الكثافة بقسمة المساحة المتأثرة بالعيب على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

ما هي الاسباب المحتملة لحدوث صقل الحصى في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

هناك مجموعة من الاسباب التي تؤدي الى حدوث صقل الحصى ومن اهمها :

١- الأحمال المرورية المتكررة .

٢- تعرية الحصى .

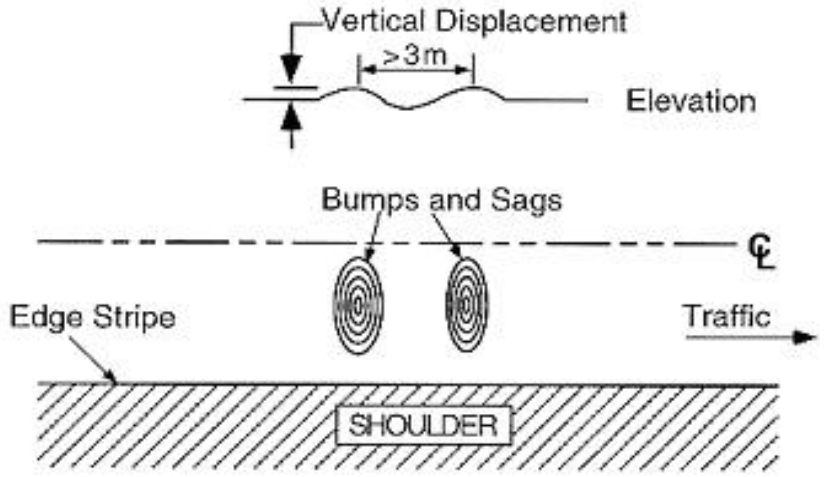
ما هي طرق معالجة صقل الحصى الحاصل في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة لصقل الحصى حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

بري أو صقل الحصى Polished Aggregate		
الكثافة		
منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين11%-50%	عالية أكثر من 50%
لا تفعل شيئاً Do Nothing	ملاط إسفلتي Slurry Seal	ملاط إسفلتي Slurry Seal

ما المقصود بالتحدبات والتقعرات وكيف يتم تصنيفها تبعا للشدة ؟

التحدبات والتقعرات Bumps and Sags : في هذا النوع من الفشل تكون انحرافات السطح نحو الأعلى عادة صغيرة وتحدث نتيجة إزاحة في طبقة الرصف العلوية وهو ما يسمى بالتحدبات ، ولكن يجب التمييز بين هذا العيب والإزاحة التي تحدث بسبب عدم ثبات طبقة الرصف . كذلك تكون التقعرات صغيرة وتحدث نتيجة للإزاحة السفلية لطبقة الرصف . إذا ظهرت التحدبات عرضية وعموديه على اتجاه الحركة وبمسافات أقل من ٣ م فيسمى العيب في هذه الحالة بالتموجات (Corrugation) . أما التشوهات والإزاحة التي تحدث في مساحة كبيرة فوق سطح الرصفات وتسبب انحدار طويل وعريض يسمى بالانتفاخ . ويُظهر الشكل المبين لاحقا رسم توضيحي لشكل هذا العيب وموقعه .



مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

١ –المستوى المنخفض : وهو المستوى الذي يؤثر بشكل بسيط على مستوى جودة القيادة (Riding quality) .

شدة منخفضة للتحدبات والتقعرات

٢ –المستوى المتوسط : وهو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة .

شدة متوسطة للتحدبات والتقعرات

٣ –المستوى العالي : وهو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة .

شدة عالية للتحدبات والتقعرات

كيف يتم قياس التقعرات والتحدبات في التبليط الاسفلتي ؟

تُقاس التقعرات والتحدبات بالمتر الطولي، وإذا اجتمع هذا العيب مع الشقوق فيتم تسجيل الشقوق أيضا. وتقاس المساحة المتأثرة لهذا العيب بطول المنطقة المتأثرة مضروباً بمتر واحد، وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

ما هي الاسباب المحتملة لحدوث التقعرات والتحدبات في التبليط الاسفلتي ؟

تتضمن هذه الأسباب ما يلي :

١. انتفاخ أو انبعاج بلاطات الخرسانة الإسمنتية تحت السطح الإسفلتي .

٢. تسرب وارتفاع المواد في الشقوق بسبب الأحمال المرورية .

ما هي الطرق المقترحة لمعالجة التحدبات والتقعرات في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

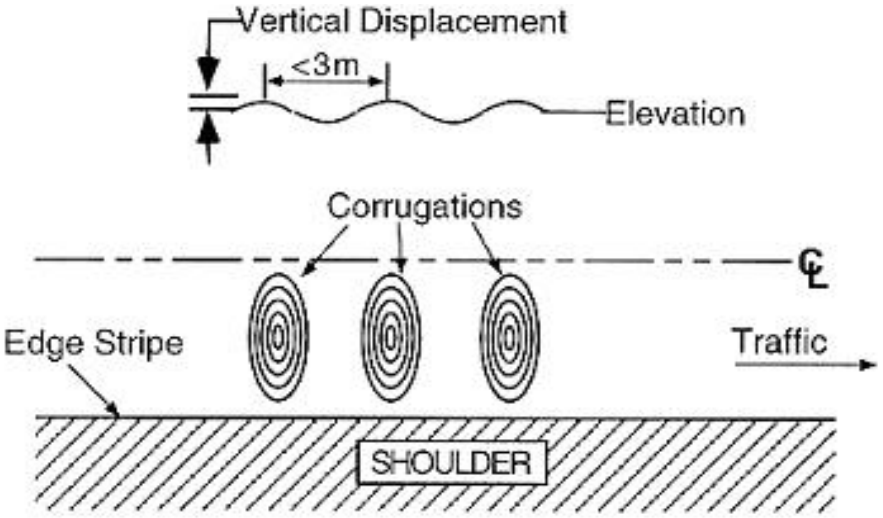
يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للتحدبات والتقعرات حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

التحدبات والتقعرات Bumps and Sags			
الكثافة / الشدة	منخفضة	متوسطة	عالية
	أقل من 10%	مابين11%-50%	أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching
عالية	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching

ما المقصود بالتموجات الحاصلة في التبليط الاسفلتي وكيف يتم تصنيفها تبعا لشدتها ؟

التموجاتCorrugation : هي انخفاضات وارتفاعات متتالية ومتقاربة تحدث بمسافات منتظمة، عادة ما تكون أقل من (٣ م) على طول الرصفات ، وتكون الارتفاعات عمودية على اتجاه الحركة .

تُعتبر التموجات من عيوب الأداء الوظيفي للرصفات لأنها تُسبب خشونة للسطح مما يؤثر على جودة القيادة . ويمكن أن تحدث التموجات نتيجة لفعل القص (shear) على طبقة أو بين الطبقات السطحية وطبقة الأساس نتيجة للحركة وعادة تكون التموجات في المواقع التي يحدث فيها تسارع للحركة (عند بداية السير) أو تباطؤ للحركة (عند التوقف) ، كما تكون متقاطعة مع سطح الرصف وهي واضحة في مسارات الإطارات . ويوضح الشكل المبين لاحقا التموجات وموقعها من الطريق .



مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

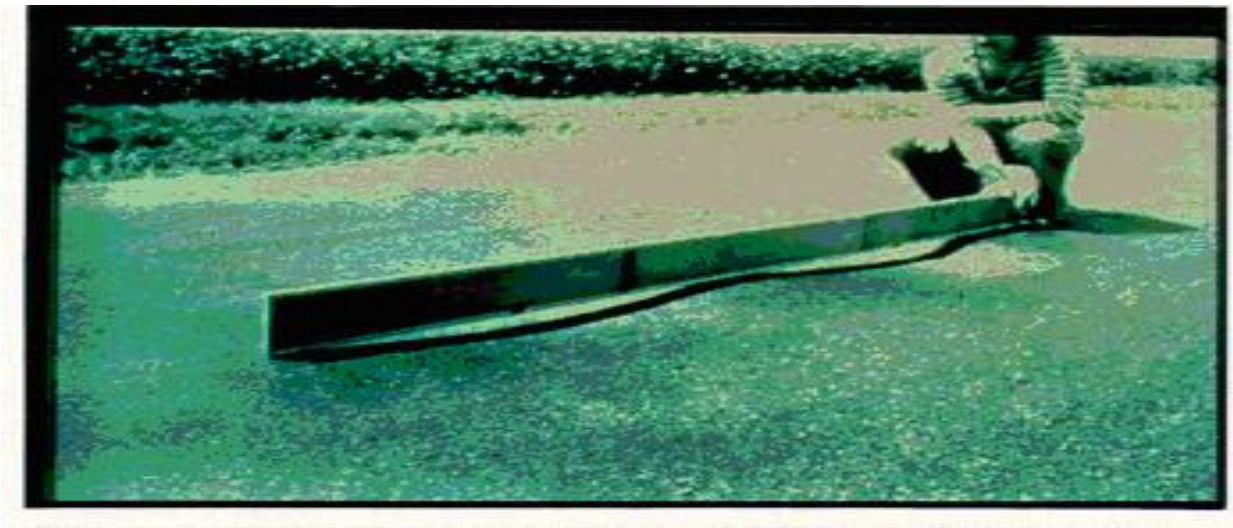
١- مستوى الشدة المنخفض : وهو المستوى الذي يؤثر بشكل بسيط على مستوى جودة القيادة .

شدة منخفضة للتموجات

٢- مستوى الشدة المتوسط : وهو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة .

شدة متوسطة للتموجات

٣- مستوى الشدة العالي : وهو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة .



شدة عالية للتموجات

كيف يتم قياس التموجات في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يُقاس هذا النوع من الفشل بالمتر المربع من مساحة السطح . وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

ما هي الاسباب المحتملة لحدوث التموجات في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

هناك مجموعة من الاسباب المحتملة لحدوث التموجات ومن اهمها :

١. ضعف ثبات الخلطة الخرسانية الإسفلتية أو ضعف الأساس .

٢. الرطوبة الزائدة في طبقات التربة السفلية .

٣. زيادة الإسفلت و/أو زيادة المواد الناعمة في الخلطة أو استخدام خلطة بحصى مستديرة .

٤. تلوث الخلطة الاسفلتية Contamination of mix .

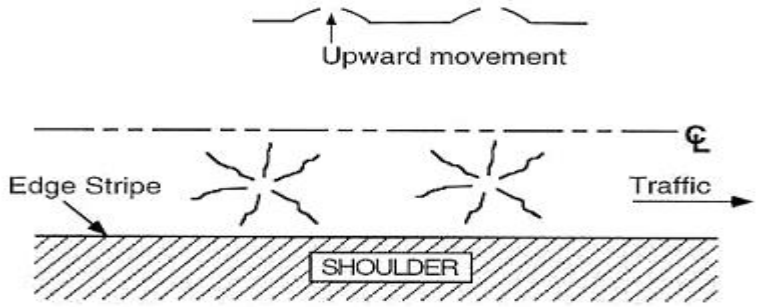
ما هي طرق معالجة التموجات في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة لعيب التموجات حسب الشدة والكثافة، وتوجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

Corrugation التموجات			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching
عالية	ترقيع عميق Deep Patching	صيانة طبقة الأساس وإعادة الرصف Base Repair and Repave	صيانة طبقة الأساس وإعادة الرصف Base Repair and Repave

ما المقصود بالانتفاخ الحاصل في طرق الخرسانة الاسفلتية ؟ يصنف الانتفاخ تبعا للشدة

الانتفاخ Swell : هو بروز علوي على سطح الطريق بشكل تموج متدرج بطول ٣ متر ويمكن أن يرافق الانتفاخ شقوق سطحية . الشكل المبين لاحقا يبين الانتفاخ وموقعه من الطريق .



مستويات الشدة : هناك ثلاث مستويات للشدة وهي :

١- مستوى الشدة المنخفض : هو المستوى الذي يؤثر بشكل خفيف على مستوى جودة القيادة ، ولا يمكن مشاهدة الانتفاخ بسهولة عند هذا المستوى ، ولكن يظهر تأثيره عند القيادة بسرعة أكبر من السرعة التصميمية للطريق فترتفع السيارة إلى أعلى عند مرورها فوق الانتفاخ .

٢- مستوى الشدة المتوسط : هو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة .

٣- مستوى الشدة العالي : هو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة .

ما هي طريقة قياس الانتفاخ في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يُقاس الانتفاخ بالمتر المربع للمنطقة المتأثرة . وتحسب الكثافة بقسمة المساحة المتأثرة بالعيب على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

ما هي الاسباب المحتملة لحدوث الانتفاخ في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

هناك مجموعة من الاسباب المحتملة لحدوث الانتفاخ ومن اهمها :

١. بسبب التجمد على طبقة القاعدة أو انتفاخ التربة أو سوء تصريف المياه تحت السطحية .

٢. ارتفاع البلاطة الخرسانية الأسمنتية السفلية (ان وجدت) .

ما هي طرق معالجة الانتفاخ في الطرق المبلطة بالخرسانة الاسفلتية ؟

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة لعيب الانتفاخ حسب الشدة والكثافة ، بينما توجد تعريفات هذه الأساليب في وصف اساليب الصيانة المقترحة ويمكن الرجوع إلى مجلدات مواصفات الصيانة لمعرفة تفاصيل هذه الأساليب وكيفية تنفيذها .

الانتفاخ Swell			
الكثافة / الشدة	منخفضة	متوسطة	عالية
	أقل من 10%	مابين11%-50%	أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئًا Do Nothing	لا تفعل شيئًا Do Nothing	لا تفعل شيئًا Do Nothing
متوسطة	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching
عالية	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching

بين الأثر التخريبي للأحمال المتجاوزة على طرق الخرسانة الإسفلتية .

ان من أهم العوامل التي تؤدي الى فشل الطرق هو تجاوز الأثقال المحورية الفعلية للأثقال المحورية التصميمية حيث يؤدي زيادة الثقل المحوري وتكرار مرور هذا الثقل المحوري المتجاوز على الطريق الى تقليل العمر التصميمي للطريق وبالتالي تلفه وتعتبر المعاملات المكافئة لطريقة (AASHTO) المقياس الموحد لآيجاد القدرة التخريبية لآي ثقل محوري الى ما يعادله من التأثير التخريبي لثقل محوري قياس يبلغ مقداره (80.05 KN) . ان العلاقة بين الثقل المحوري وقدرته التخريبية هي علاقة طردية اسية وكما مبين :

$$\text{الأثر التخريبي} = (\text{الثقل المحوري})^{٤}$$

أي ان مضاعفة الثقل المحوري للمركبة مرة واحدة يؤدي الى مضاعفة القدرة التخريبية له بحوالي (١٦) مرة

كيف يتم تقويم التبليط المرن بطريقة قياس مقدار انحناء التبليط باستعمال جهاز (Benkelman beam) ؟

أن الطريقة المعتمدة من قبل المركز الوطني للمختبرات والبحوث الإنشائية هي المواصفة الأمريكية AASHTO T256يستعمل جهاز رافده بنكلمان في تقويم التبليط القائم وذلك بقياس مقدار انحناء التبليط عند تسليط ثقل قياسي عليه مقداره (٨٢٠٠ كغم) على محور منفرد ، وبالتالي تصميم الفرشة الإسفلتية (overlay) المطلوبة فوق التبليط القائم . أن الغاية الأساسية من تعيين مقدار انحناء التبليط القائم هو للحصول على البيانات الأساسية الخاصة بعلاقة الإجهاد والانفعال (stress–strain) للتبليط وكوسيلة للكفاية الإنشائية (structural adequacy) . توجد عدة عوامل تؤثر على مقدار انحناء التبليط عند تسليط ثقل عليه مثل درجة الحرارة ومحتوى الرطوبة لطبقات التبليط والصلادة (stiffness) النسبية للتبليط خاصة بالنسبة للطبقة السطحية .

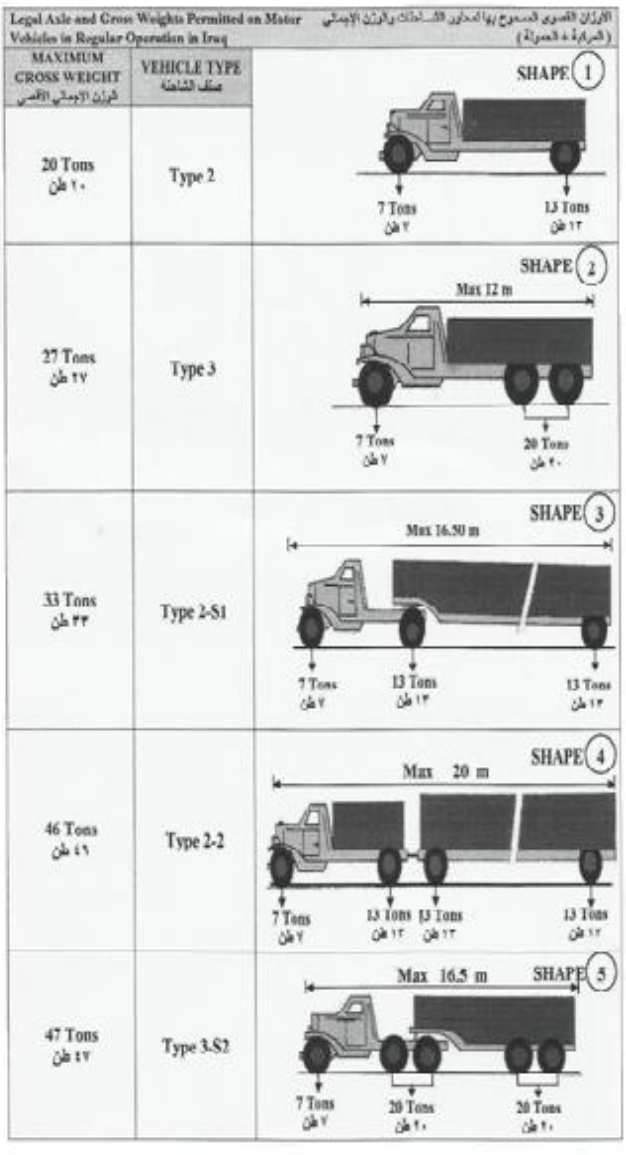
استخدم جهاز بنكلمان بيم في الفحص الواسع المعروف باسم واشو(WASHO road test) الذي تم في الولايات المتحدة الأمريكية وذلك لغرض قياس مقدار انحناء سطح التبليط عند تسليط ثقل محوري قياسي عليه مقداره (٨٢٠٠ كغم) بواسطة مركبة خاصة (test truck) حيث يتم قياس مقدار الانحناء نتيجة للثقل المسلط وكذلك مقدار الارتداد بعد رفع الثقل عن ذلك الموقع ويمكن تصميم الفرشة (overlay) المطلوبة فوق التبليط القديم بالاستناد الى قياسات الانحناء بجهاز بنكلمان بيم. تم تطوير أجهزة مماثلة في كل من الولايات المتحدة الأمريكية مثل جهاز (dynaflect) وفي مركز أبحاث النقل والطرق (TRRL) في بريطانيا لقياس مقدار انحناء التبليط عند تسليط ثقل عليه . اما عدد القياسات الموقعية اللازمة لغرض التصميم فتعتمد على متغيرات عديدة مثل نوع التبليط وسمكه وحالة التربة وطوبوغرافية المنطقة وحجم المرور ولذا يجب تقسيم الطريق الى اجزاء حسب هذه المتغيرات وتؤخذ الفحوص بمعدل (٢٠) فحصا لكل كيلومتر بحيث لاتقل عن (١٠) فحوص لكل جزء من أجزاء الطريق المتشابه الخواص . وتوصي بعض الجهات بأخذ فحص واحد عند مسار الدولاب الداخلي للمركبة مقابل كل فحصين عند مسار الدولاب الخارجي للمركبة .

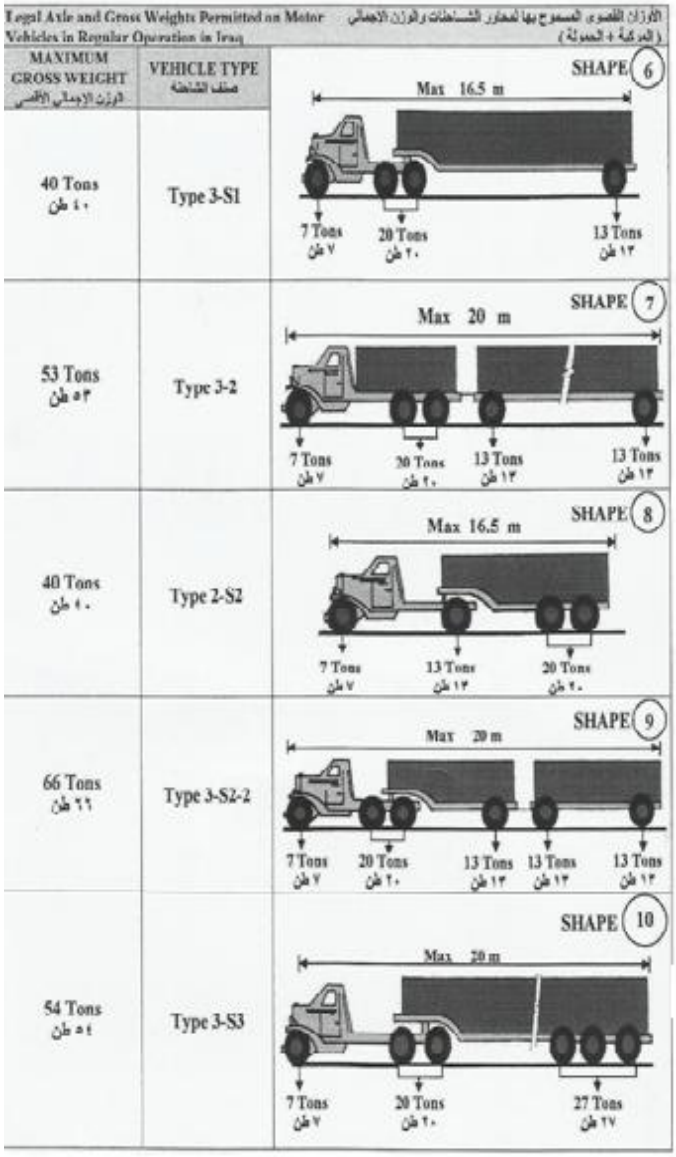
يتم بعدها تحليل القيم التي يتم الحصول عليها ودراسة تغيراتها من موقع الى آخر على طول الطريق . كما يتم تعديل قيم الانحناءات هذه لأخذ عامل درجة الحرارة بنظر الاعتبار بسبب أن مقدار الانحناء يزداد بزيادة درجة الحرارة . كما يتم تحليل القيم إحصائيا واستخراج المعدل (mean) والانحراف المعياري (SD) وتؤخذ عادة القيمة التي تمثل (٨٠٪) من الحالات (the 80 percentile deflection value) لغرض تصميم الفرشة .اما معهد الإسفلت (Asphalt Institute) فيوصي بأخذ المعدل زائدا ضعف قيمة الانحراف المعياري (mean+2SD) لغرض تصميم الفرشة واما سمك الفرشة فبالإضافة الى القيمة المنتخبة للانحناء لغرض التصميم فانه يجب تقرير نوع مواد الفرشة كأن تكون مرنة أو جاسئة وفوق طريق مبلط مرن أو جاسيء تم استخراج مقدار السمك باستخدام معادلات خاصة أو مخططات ومنحنيات مصححة لهذا الغرض . ولغرض تصميم سمك الفرشة تستخدم احيانا طريقة تحليل المكونات حيث يتم بموجب هذه الطريقة تصميم التبليط (وكأنه غير موجود) ويعتبر الفرق بين السمك المطلوب والسمك الموجود يمثل سمك الفرشة المطلوبة .

ما هي الأحمال القياسية المحورية للشاحنات التجارية المسموح بمرورها على الطرق المبلطة بموجب الأنظمة والقوانين العراقية ؟

تم تحديد الاحمال المحورية المسموح بها للطرق المبلطة استنادا الى احكام المادة (٩) من قانون الطرق العامة رقم (٣٥) لسنة ٢٠٠٢ وتعميم الامانة العامة لمجلس الوزراء المرقم ش ل / أ / ع / ٢٥٧٤٩ في ٩/ ١٠ / ٢٠٠٨ وكما مبين لاحقا :

ت	نوع المحور	الحمولات المحورية المسموح بها
١	المحور(المفرد أو المزدوج) ذو العجلات القابلة للتوجيه	٧ طن للمحور
٢	المحور المفرد ذو العجلات غير القابلة للتوجيه	١٣ طن للمحور
٣	المحور المزدوج ذو العجلات غير القابلة للتوجيه	٢٠ طن لكلا المحورين
٤	المحور الثلاثي ذو العجلات غير القابلة لتوجيه	٢٧ طن للمحاور الثلاثية





أنواع العيوب الحاصلة في التبليط والناتجة عن عملية الفرش أو الخلطات الإسفلت	التزييف، الإيماء	لون بني ،مظهر موات	النقع المنتفخة	نسج سطحي ضعيف	سطح خشن غير منتظم	شكل نخروبي أو الانتشال	مفاصل غير منتظمة	آثار الحدل	تموجات	تشققات (دقيقة وكثيرة)	تشققات (كبيرة وطويلة)	صخور متكسرة بواسطة الحادلة	تمزق السطح إثناء الفرش	انزلاق سطحي على الأساس
التشغيل السريع للفارشة				×	×								×	
الإفراد المتزايد عند الفرش			×	×	×	×	×						×	
إهمال العمال				×	×	×	×	×						
تخديش يدوي متزايد				×	×	×	×		×					
طليات أولية ولصيقة زائدة	×		×											×
الرطوبة الزائدة في طبقات التربة										×	×			×
حادلات فوق وزنيه								×		×	×	×		×
وقوف الحادلة على التبليط الحار					×			×						
الحدل على البارد جدا				×	×	×		×						×
الحدل على الحار جدا				×	×		×	×	×	×				
فرط الحدل				×			×			×	×	×		×
قلة الحدل				×	×	×		×						×
الفارشة في حالة سيئة				×	×	×	×		×			×	×	
التشغيل الضعيف للفارشة				×	×	×	×		×			×	×	
الخلطة باردة جدا				×	×	×	×	×				×	×	×
الخلطة حارة جدا أو محترقة		×					×						×	
رطوبة زائدة في الخلطة		×			×				×					×
تحميل خاطئ للفارشة	×		×	×	×	×			×					
مزيج غير مناسب للخلطة	×		×	×		×		×	×	×		×	×	×
زيادة في الزفت	×		×					×	×					×
قلة في الزفت		×				×				×			×	
زيادة المواد الناعمة في الخلطة				×				×	×	×				×
الخلطة خشنة جدا				×	×	×	×					×	×	
خلل في نسب الطليات الأولية واللصاق					×									×
عدم انتظام طلية اللصاق					×									×

ملاحظة : قد يكون العيب الواحد ناتجا عن سبب واحد أو أكثر

المصادر

- دليل المهندس لاعمال الطرق / المركز الوطني للمختبرات والبحوث الانشائية – اعداد المهندس امجد لطيف حميد – ٢٠٠٩
- المواصفات العامة للطرق والجسور وتعديلاتها لعام ١٩٩٩ و ٢٠٠٣ .
- هندسة الطرق والمطارات – الجزء الاول والثاني / د. محمود توفيق سالم – كلية الهندسة – جامعة بيروت .
- المواد الاسفلتية وطرق ضبط الجودة / د. خليل احمد ابو احمد – كلية الهندسة – جامعة الاسكندرية .
- مبادىء ميكانيك التربة / د. محمد عمر العشو – كلية الهندسة – جامعة الموصل .
- المواد الانشائية / جلال بشير سرسم وسعيد عبد العالي – هيئة التعليم التقني .
- مكائن الحفر وتسوية التربة / كلية الهندسة – الجامعة المستنصرية / د. باسل جميل و د. علاء حسام .
- هندسة التبليط الاسفلتي / الطبعة الاولى والثانية – المهندس نامق حويز احمد والمهندس محمد حسين رسول .
- كراس النمذجة – المركز الوطني للمختبرات والبحوث الانشائية / ٢٠٠٩ .
- مواصفات الاعمال والمواد الانشائية / المركز الوطني للمختبرات والبحوث الانشائية .
- برنامج تطوير كفاية الاداء / المركز الوطني للمختبرات والبحوث الانشائية – بغداد / ٢٠٠٠ .
- انواع الفشل في طرق الخرسانة الاسفلتية / المركز الوطني للمختبرات والبحوث الانشائية – المهندس امجد لطيف حميد
- تصميم الخرسانة الاسفلتية (طريقة مارشال) / اعداد الاستاذ موسى كاظم حسن – ايار ٢٠٠٦ .
- القير المستخدم في صناعة الخرسانة الاسفلتية / المركز الوطني للمختبرات والبحوث الانشائية – امجد لطيف وصبا محمد .
- عيوب الرصفات الاسفلتية / وزارة الشؤون البلدية والقروية – المملكة العربية السعودية .
- مواصفات المرور السريع لطريق رقم ٦ جزء ناصرية – ديوانية / الهيئة العامة للطرق والجسور – العراق .
- مجموعة من التعليمات الفنية الصادرة عن الهيئة العامة للطرق والجسور .
- مجموعة من التعليمات الفنية الصادرة عن المركز الوطني للمختبرات والبحوث الانشائية .
- مواصفات الـ ASTM لعام ٢٠٠٦ .
- مواصفات الـ BS لعام ١٩٩٠ .
- Hieghway Design Manual / state organization of roads and bridges- Iraq- 2005
- SOIL MECHANICS /4th EDITION – R.F.CRAIG
- American Association of state Highway and Transportation Officials / 30thEdition - 2010
- Manual of soil laboratory testing ; volume 2by head',K.H. chapter 11

الفهرست

ت	الموضوع	الصفحة
١-	الاعمال الترابية .	١
٢-	اعمال الحصى الخابط .	١٩
٣-	طبقة الاساس من الحجر المكسر والحصى المكسر .	٢٧
٤-	الطلية الاولية والطلية اللاصقة .	٣٠
٥-	المواد الركامية المستخدمة في اعمال التبليط الاسفلتي .	٤١
٦-	الاسفلت (القير) المستخدم في اعمال التبليط الاسفلتي .	٥٠
٧-	المزيج الاسفلتي .	٥٥
٨-	معامل الاسفلت .	٧٠
٩-	التعامل مع الانحرافات في المزيج الاسفلتي .	٧٣
١٠-	انواع الفشل في طرق الخرسانة الاسفلتية .	٨٠