دراسة نظام سوبر بيف

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف في الهندسة

المدنية

إعداد الطلاب:

الخليل عمر الخليل

ماجد النجيب عبد العزيز

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبدالله ألبدري

نوفمبر 2018م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

الآيـــــة

قال تعالى:

(وسّخر لكم ما في السموات وما في الأرض جميعا منه إن في ذلك لآيات لقوم يتفكرون)

الجاثية الآية(13)

إهـــــداء

إذا كان الإهداء يعبر ولو بجزء من الوفاء فالإهداء

.....إلى

اليد الطاهرة ...من أعطانا من دمها...

من روحها... ومن عمرها...حبا...أملا...ودفعا لغدا أجمل ...

الغالية...إلى التي لانرى الأمل إلا من عينيها...إلى أمي الحبيبة...

.....إلى

الذي لاتفيه الكلمات والشكر والعرفان الجميل...إلى أبي الحبيب...

الحب كل الحب... إخوتي وأخواتي

...إلى

من مهدوا الطريق أمامي ورسموا المستقبل بخطوط من الأمل والثقة

...أساتذتي الأجلاء...

نهدي هذا الجهد المتواضع....

الشـــكر والــعرفان

ربي لك الحمد والشكر أن وفقتنا وأنعمت علينا بإتمام هذا العمل ...

الحمد كل الحمد لله ذي الفضل والنعمة والإحسان

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة تعود إلي أعوام قضيناها في رحاب العلم والمعرفة بالجامعة مع أساتذتنا الأفاضل الذين قدموا لنا الكثير لبنا (جيل المستقبل) لتنهض الأمة من جديد....

إلى أساتذتنا الكرام الأجلاء.

ونخص بالشكر كل الشكر الأستاذ الفاضل:

محمد قمرا لدين

في بذله الجهد الوفير وإعانتنا على إتمام هذا الدراسة وإلى كل من أمدنا بما نحتاجه من معلومات لإكمال هذه الدراسة....

المستخلص

تم عمل هذه الدراسة عن نظام سوبر بيف (super pave) (طبقات الرصف عالية الأداء)

حيث اشتملت الدراسة علي اختبارات الركام واختبارات الإسفلت وتصميم الخلطة الإسفلتية وربطها بعملية التصميم الإنشائي ، بحيث تأخذ في الاعتبار طبيعة الأحمال المرورية حسب ظروف كل مشروع والمنطقة الحرارية الذي يقع فيها ، وإعادة تقييم وتطوير الأساليب المستخدمة في تصميم وتنفيذ وصيانة رصفآت الطرق من خلال توظيف الخبرات المتراكمة، حيث ركز نظام سوبر بيف على دراسة مواصفات المواد الداخلة في تصميم الخلطة الإسفلتية وركز أيضا على العوامل البيئة وموقع الطبقة من سطح الرصف وإجراء اختبارات محدده عند درجات تماثل درجات الحرارة القصوى والدنيا التي يتعرض لها الخليط الإسفلتي إثناء الخلط والفرد والدك والخدمة (عمر الطريق التشغيلي) بناءا على درجة الأداء (PG) والتي تشير إلى درجات الحرارة العليا والدنيا التي يتوقع إن يؤدي الرابط الإسفلتي خلالها الأداء المطلوب.

Abstract

This study was done on the super pave system high paving layers performance where the study in clouded the tests of rubble and asphalt tests and the design of the mixture asphalt and linked to the process of structural design to take into account the nature of traffic loads according to the circum stances of each project and re-evaluate and develop the methods used in the design implementation and maintenance of road stakes through the use of accumulated experience where the system focused on the super pave study of the specific actions of materials in the design of mixtures asphalt he also focused on the environmental factors and the location of the layer of the pavement surface and conduct specific tests at the maximum and minimum temperatures exposed to the asphalt mixture during the mixing and the individuals father and service(age of the operational road) based on the degree of performance indicating the high and minimum temperatures that are expected to lead the asphalt link during which performance is required

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الآية	I
الإهداء	III
الشكر والعرفان	IV
فهرست المحتويات	V
فهرس الجداول	VIII
فهرس الإشكال	IX
المستخلص	X
Abstract	XI
الفصل الأول : المقدمة	
1-1مقدمة	1
2-1 أهداف البحث	2
3-1 منهجية البحث	2
4-1 هيكلية البحث	2
الفصل الثاني : الإطار النظري	
2- 1 الإطار النظري	3
الفصل الثالث :مواصفات الركام والإسفلت	
1-3 مواصفات الركام	9
2-3 مواصفات الإسفلت	22
3-3 تحضير العينات ودمكها بجهاز الجير توري	37
الفصل الرابع : تصميم الخلطة الإسفلتية	
1-4 تصميم الخلطة الإسفلتية بنظام سوبر بيف	44
الفصل الخامس : الخلاصة والتوصيات	
1-5 الخلاصة والتوصيات	55

مصطلحات	
G*	نسبة أقصى إجهاد قص
Vma	الفراغات المعدنية
DAS	الهيكل التصميمي للركام
DAC	المحتوى التصميمي للإسفلت
Ndes	العدد التصميمي
Nini	العدد المبدئي
Nmax	العدد الأعلى
PG	درجة الأداء
Gmm	الوزن النوعي الأقصى
Gmb	الكثافة الكلية
VFA	الفراغات الهوائية المملؤة بالإسفلت

الفصـــل الأول

المقــدمـة

الفصل الأول

1- المقدمة

1-1 مقدمة:

سوبر بيف وهو اختصار للعبارة "Superior Performance Asphalt Pavements " و الذي يعرف بطبقات الرصف الإسفلتية ذات الأداء المتميز . السوبر بيف هو المنتج النهائي لبرنامج أبحاث الطرق الإستراتيجي المعروف بشارب،وهو عبارة عن نظام لتصميم الخلطة الإسفلتية الساخنة سواء لمشاريع التنفيذ الجديدة أو للطبقات الإضافية في مشاريع الصيانة . و تم الانتهاء من تطوير تصميم الخرسانة الإسفلتية وفقا لنظام سوبر عام1992 بناءا علي أبحاث مستفيضة أجريت بهدف الحد من الانهيارات والعيوب التي تحدث للرصف الإسفلتي في مراحل متعددة من عمره التشغيلي الذي بدا من عام 1987 ولمدة خمس سنوات وبتكلفة إجمالي قدرها (150) مليون دولار .

نتيجة لأهمية الطبقات الإسفلتية في مشاريع الطرق حيث أنها أول الطبقات تعرضا للأحمال المرورية بالإضافة إلى تعرض هذه الطبقات إلى درجات الحرارة تظهر أهمية تصميم الخلطات الإسفلتية على الساخن بنظام السوبر بيف الذي يأخذ في الاعتبار طبيعة الأحمال المرورية حسب ظروف كل مشروع والمنطقة الحرارية الذي يقع فيها.إلا أن طرق تصميم الخلطات الإسفلتية التقليدية المعمول بهآ في كثير من الدول لم تأخذ في الاعتبار طبيعة الأحمال ودرجات الحرارة بالإضافة إلى عدم قدرة المصمم على تحديد مستوى الأداء والعيوب المتوقعة في الطبقات الإسفلتية عند استخدام الطريق من درجة الحرارة والتحميل عن حركة المركبات

1-2 الهدف من البحث :

دراسة خواص الركام والإسفلت والخلطة الإسفلتية والتصميم الإنشائي بنظام سوبر بيف

1-3 منهجية البحث :

- دراسة ألاختبارات المتعلقة بالركام وتحديد خصائصها
- دراسة اختبارات الإسفلت لتحديد خواص الإسفلت من ناحية التصنيف
- تصميم الخلطة الإسفلتية بطريقة سوبر بيف اعتمادا على جهاز الجير توري على تصنيف الإسفلت
- أخيرا الوصول إلى النتائج والتوصيات في هذه الدراسة

1-4 هيكلية البحث :

الفصل الأول : المقدمة

الفصل الثاني : الخلفية العلمية

الفصل الثالث : مواصفات الركام والإسفلت وتحضير العينات ودمكها باستخدام جهاز الجير توري

الفصل الرابع : تصميم الخلطة الإسفلتية

الفصل الخامس : الخلاصة والتوصيات

الفصـــــــــــل الثـــــــالـث

الإطار النظري

الفصل الثاني

2- الإطار النظري

2-1 مقدمة :

يقدم نظام سوبر بيف لمهندسي الطرق والمقاولين الوسيلة الفعالة لتصميم وإنشاء الرصفات الإسفلتية بأداء أفضل وعمر أطول تحت تأثير تغييرات كبير في درجات الحرارة والحمولات المحورية ولقد ربط نظام سوبر بيف بين زمن التحميل ودرجة الحرارة من خلال تأثيرهما المتبادل على الرابط الإسفلتي والخلطات ،حيث تم محاكاة معدل التحميل البطئ بدرجات الحرارة العالية ومعدل التحميل السريع بدرجات حرارة منخفضة .

وتطلب مواصفات سوبر على نتائج رصد لدرجات الحرارة في منطقة المشروع لمدة 20 عاما لتحديد درجة الأداء المناسب،حيث يتم تحديد أدنى درجة حرارة يومية ومعدل أعلى سبعة أيام حرارة طيلة مدة الرصد المعتمدة في المواصفات العامة أو الخاصة .

تعتمد درجة حرارة الرصف إلى عدة عوامل أهمها كمية الإشعاع الشمسي ،درجة حرارة الهواء،عاكسيه سطح الرصف وعمقه وخواصه الحرارية.يمكن الحصول على درجة حرارة الهواء من أقرب محطة رصد لمنطقة المشروع أما كمية الإشعاع الشمسي فيستدل عليها بخط العرض حيث يقع المشروع.

وتتميز هذه الطريقة عن سابقيها بأنها نظام متكامل التصميم وليس طريقة للتصميم فقط.من أهم ما يميزها عن الطرق الأخرى ما يلي :

2-1-1 الرابط الإسفلتي :

- ابتكار طرق جديدة لفحص الرابط الإسفلتي أكثر محاكاة للظروف البيئية المتوقعة في الموقع
- تثبيت خواص الرابط الإسفلتي وتغيير ظروف الفحص حسب الظروف البيئية السائدة
- أخذ التغيرات التي تطرأ علي الرابط الإسفلتي (تغيرات درجات الحرارة والتعتيق) باعتبار يتم الفحص عند درجات حرارة مختلفة وعند مستويات متباينة من التعتيق (فحص الرابط الأصلي والمؤكسد.

يتم تصنيف الرابط الإسفلتي في نظام سوبر بيف إلى عدة أصناف وصفية مرمزة بسلسلة من الحروف و الأرقام علي نمط PG NN-**nn**) الحرف الأول من اليسار (P) اختصار ل (Performance) وتعني الأداء أما الحرف (G) هو اختصار ل (Grade) وتعني الدرجة. أما الحرفان (NN) هما متوسط درجة حرارة الرصف المتوقعة لأخر سبعة أيام في السنة خلال عمره التصميمي.أما الحرفان (nn) فهما متوسط أدنى درجة حرارة للرصف خلال عمره التصميمي . فمثلا الصنف (PG76-10) تعني أن متوسط أعلى درجة حرارة يمكن أن تصل إليها الرصف لأي سبعة أيام في السنة خلال عمره التصميمي هو 76 درجة مئوية ومتوسط أدنى درجة حرارة يمكن أن يتعرض لها هي 10 عشر درجات تحت الصفر المئوي .

ويتم تحديد درجة أداء أو صنف الرابط الإسفلتي المناسب لمنطقة المشروع وفقا الخطوات التالية :

- تحديد درجة الحرارة الدنيا للرصف بأدنى درجة حرارة للهواء في المد المرصودة أو باستعمال المعادلة التالية:

$$\text{Low, } T_{pav} = -1.56+0.72T_{air} - 0.004Lat^2+6.26Log_{10}(H+25)-z(4.4+0.52\sigma_{air}^2)^{0.5}$$

حيث أن

T_{pav} = درجة حرارة التصميم الدنيا على عمق Hمليمتر من سطح الرصف ،وهي درجة حرارة متوقعة بالرصف خلال العمر التصميمي .

T_{air} =متوسط اقل درجة حرارة يومية في السنة خلال مدة الرصد (درجة مئوية).

Lat =موقع المشروع الجغرافي (خط عرض) بالدرجات .

Z = معامل درجة الموثوقية =2.055عند درجة الموثوقية 98%

H =العمق من سطح الرصف .

σ_{air}= الانحراف المعياري لدرجات حرارة الهواء الدنيا.

– تحديد درجة حرارة الرصف العليا باعتبارها درجة الحرارة على عمق (20)مليمتر من سطح الرصف ،والتي تحدد من خلال.معادلات رياضية معتمدة باستعمال معدل درجات حرارة الهواء لسبعة أيام الأشد حرا خلال فترة الرصد ،وموقع المشروع الجغرافي (خط العرض) وذلك باستعمال المعادلة التالية :

$$\text{High, } T_{pav}=54.32+0.78T_{air}-0.0025Lat^2-15.14Log_{10}(H+25)+z(9+0.61\sigma_{air}^2)^{0.5}$$

حيث أن :

T_{pav} =درجة حرارة التصميم العليا على عمق Hمليمتر من سطح الرصف وهى أعلى درجة حرارة للرصف خلال العمر التصميمي .

T_{air} = متوسط درجة حرارة الهواء لأشد سبعة أيام حرا خلال مدة الرصد.

Lat=موقع المشروع الجغرافي (خط العرض) بالدرجات .

Z = عامل درجة حرارة الموثوقية =2.055عند درجة الموثوقية 98%

H=العمق من سطح الرصف

σ_{air} = الانحراف المعياري لدرجات حرارة الهواء الدنيا

2-2-2 الركام : يلعب الركام دورا هاما في أداء الخلطات الإسفلتية عند درجات الحرارة المرتفعة والرطوبة العالية ويقل هذا الدور عند درجات الحرارة الدنيا في مشاكل شقوق الكلل وشقوق درجات الحرارة المنخفضة ولتحديد شكل حبيبات الركام الناعم والركام الخشن ونسبة الركام الرقيقة والطويلة و عدد الأوجه المكسورة وتعتبر احد العوامل المهمة للحصول على الأداء المطلوب من الخلطة الإسفلتية ،وطورت نظام الرصف سوبر بيف منهج تحديد تدرج الركام في الخلطات الإسفلتية،بتجنب منحنى الكثافة القصوى وهو الخط المستقيم الواصل بين نسبة المار 100% عند المقاس الأقصى ونقطة الأصل ، عندما ترسم نسبة المار مقابل المقاس الفعلي للمناخل مرفوع للأس 0.45،ولقد تمت أضافت خاصيتين لخط الكثافة القصوى هما:

- نقاط التحكم (Control Points)
- المنطقة المحظورة (Restricted Zone)

أما نقاط التحكم فهي عبارة عن حدود عليا أو دنيا للنسب المارة من خلال مناخل محددة ،تلك المناخل هي المقاس الأقصى والمقاس الاسمي الأقصى والمقاس الأوسط 2.36mm والمقاس الأصغر0.075mm وتختلف قيمت نقاط التحكم في كل منخل باختلاف المقاس الأسمى الأقصى للركام .

أما المنطقة المحظورة : فهي منطقة يوصى بعدم مرور منحنى التدرج خلالها،حيث أن التدرج الذي يمر خلال هذه المنطقة تكون نسبة الفراغات في الركام (VMA)غير كافية ،ويعتبر ذو حساسية مفرطة لزيادة أو نقصان نسبة الإسفلت .

ويعرف تدرج الركام الذي يتم اختياره للرصف في نظام سوبر بيف بالتدرج الهيكلي التصميمي (Design Aggregate Structure) ويفضل أن يمر أسفل المنطقة المحظورة.

يجب أن يكون الركام المستخدم في إنتاج الخرسانة الإسفلتية مطابقا لكافة المتطلبات المنصوص عليها في هذا القسم من المواصفات العامة ما لم يرد ذالك في المواصفات الخاصة ،ويجب على المقاول وتحت مسئوليته مصادر وكميات الركام الصالحة للعمل وفقا للمتطلبات الواردة في هذه المواصفات العامة أو المواصفات الخاصة.

يجب تخزين (تشوين) مقاسات الركام المختلفة فوق سطح مستوي ونظيف وثابت وفي أكوام متباعدة عن بعضها بما لا يقل عشرة أمتار أو مفصولة بجدران ،كما يجب نقل الركام من مواقع التخزين بواسطة معدات يوافق عليها المهندس ،ويجب ألا تؤدي طريقة النقل أو التخزين إلى تلوث البيئة أو تلوث الركام أو انفصال الحبيبات .

يسمح للمقاول باستعمال نسبة من الركام الناعم غير المكسر لإنتاج خلطات الخرسانة الإسفلتية في حدود 15% من وزن الركام الكلي بشرط أن يتوافق المزيج الكلي للركام الناعم غير المكسر والمكسر مع متطلبات شكل حبيبات الركام الناعم المبنية على الفراغات الهوائية غير المدكوكة الواردة في هذه المواصفات العامة أو الخاصة.

يجب أن تكون مادة الحشو المعدنية المستعملة في إنتاج الخرسانة الإسفلتية ناتجة من مسحوق أوغبار الصخور الذي لا يزيد مؤشر اللدونة فيه عن 4%

– تطوير مواصفات الركام وتبسيطها.

- منح المصمم مرونة أكثر باختيار تدرج الركام.

- توحيد مقاسات الغرابيل المستعملة في تحديد التدرج.

2-2-3 الخلطة الإسفلتية:

لقد تم تطوير جهاز الجيري توري Gyratory Compactor

في نظام سوبر بيف لدمك عينات الخلطة الإسفلتية بطريقة زاوية دورا نية تمثل حركة المد احل الفعلية هنالك ثلاثة أرقام يجب تحديدها لعدد الدوران (Gyration للدمك وهي العدد المبدئي (Nini)والعدد التصميمي (Ndes) والعدد الأعلى (Nmax)

- استعمال جهاز الدك المتأرجح لتحضير العينات باعتبارها أكثر تمثيلا لظروف الإنشاء والخدمة.

- تحديد الخواص الحجمية للخلطة عند ثلاثة مستويات للدك تمثل مراحل التشغيل.

الفصـــــل الثالـــــث

مواصفات الركام والإسفلت

الفصل الثالث

3- مواصفات الركام والإسفلت

3-1 مواصفات الركام (Aggregate Properties)

يلعب الركام دورا هاما في أداء الخلطات الإسفلتية عند درجات الحرارة المرتفعة والرطوبة العالية ويقل هذا الدور عند درجات الحرارة الدنيا في مشاكل شقوق الكلل وشقوق درجات الحرارة المنخفضة ،ولقد صنفت مواصفات الخرسانة الإسفلتية سوبر بيف خصائص الركام إلى ثلاثة مجموعات هي :

3-1-1خصائص الإجماع :(Consensus Properties)

تستخدم خصائص الإجماع لتحديد شكل حبيبات الركام الناعم والركام الخشن ودرجة الكسر أو عدد الأوجه المكسورة وتعتبر احد العوامل المهمة للحصول على الأداء المطلوب من الخلطة الإسفلتية ،ويشترط تحقيق متطلبات معينة في هذه الخصائص اعتمادا على حجم المرور وموقع الطبقة من سطح الرصف، وهي :

- شكل حبيبات الركام الخشن (Coarse Aggregate Angularity)
- الأوجه المكسورة للركام الناعم (Fine Aggregate Angularity)
- نسبة الركام الطويلة والرقيق (Fine Aggregate Angularity)

1- شكل حبيبات الركام الخشن (Coarse Aggregate Angularity)

تهدف هذه المواصفة إلى تحديد الحد الأدنى للنسبة المئوية بالوزن للركام المكسورة لوجه واحد أو أكثر من وجه للركام الأكبر من 4.75mm أي منخل رقم 4 (ASTMD 5821).

الجدول (3-1) يوضح الأوجه المكسورة للركام الخشن

Superpave Coarse Aggregate Angularity Requirements		
Traffic, million ESALs	Percent, Minimum Depth from Surface	
	< 100 mm	> 100 mm
< 0.3	55/-	-/-
0.3 to < 3	75/-	50/-
3 to < 10	85/80	60/-
10 to < 30	95/90	80/75
≥ 30	100/100	100/100
Note: "85/80" means that 85 % of the coarse aggregate has one fractured face and 80 % has two fractured faces.		

2- الأوجه المكسورة للركام الناعم (Fine Aggregate Angularity)

نسبة الأوجه المكسورة للركام الناعم من خلال نسبة الفراغات الهوائية للركام الأصغر من 2.36 mm

(منخل رقم 8) عندما تكون مدكوكة.

جدول (3-2) يوضح الحد الأدنى للأوجه المكسورة للركام الناعم:

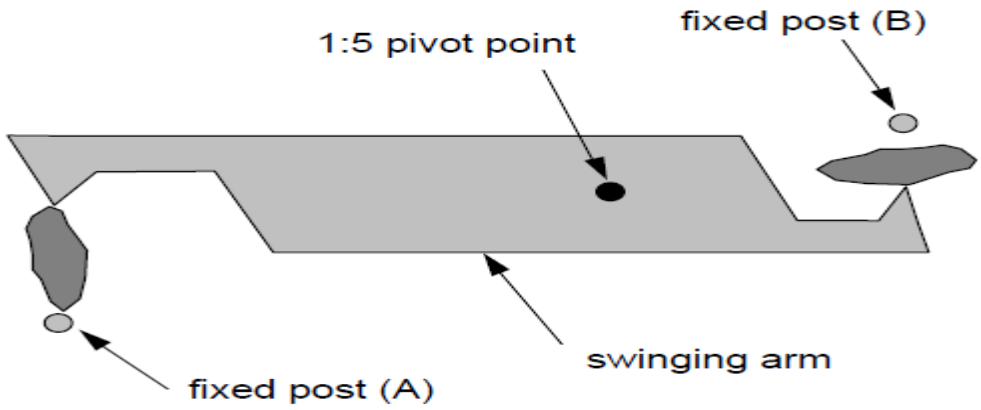
Superpave Fine Aggregate Angularity Requirements		
Traffic, million ESALs	Percent, Minimum Depth from Surface	
	< 100 mm	> 100 mm
< 0.3	-	-
0.3 to < 3	40	40
3 to < 10	45	40
10 to < 30	45	40
≥ 30	45	45
Note: Criteria are presented as percent air voids in loosely compacted fine aggregate.		

3- نسبة الركام الطويلة والرقيقة (Flat and Elongated Particles)

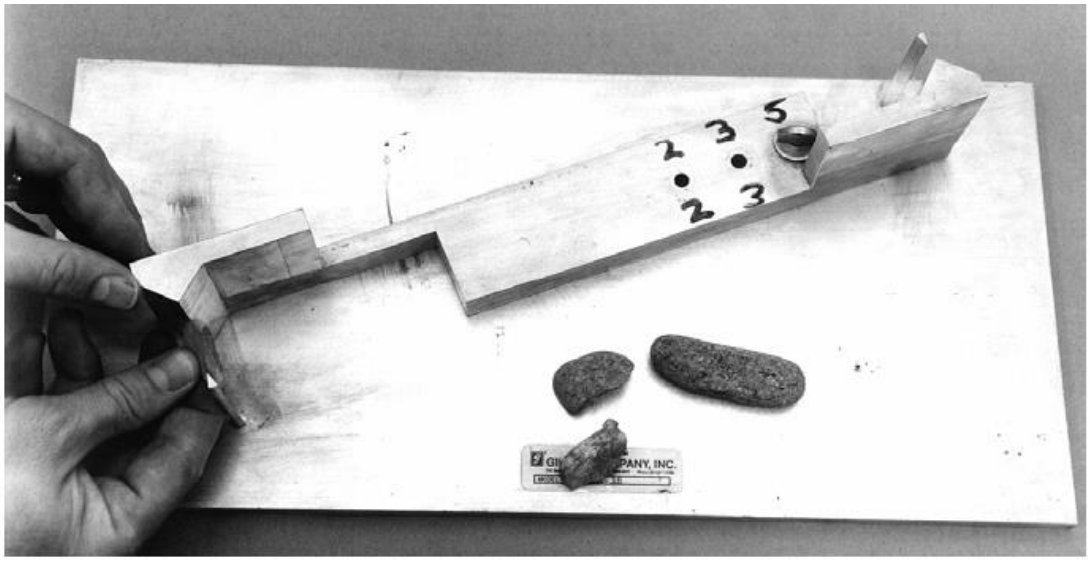
تهدف هذه المواصفة إلى منع وجود الركام الرقيقة والطويلة حيث يتم تحديد النسبة المئوية حسب الوزن من الركام الخشن الركام الطويلة غير مرغوب فيه لان لديه ميل للكسر أثناء البناء وتحت المرور.

طريقة الاختبار المستخدمة هي ASTMD 4791القياسي للركام المسطحة والركام الطويلة والمستطيلة في التجميع الخشن وتم إجراء على ركام خشن أكبر من 4.75mm (رقم المنخل 4) ويستخدم جهاز الفر جال النسبي لقياس نسبة الأبعاد لعينة تمثيلية من الركام المجمع أولا مع أكبر أبعادها بين الذراع المتأرجح والبريد الثابت في الموضع A يظل الذراع المتأرجح ثابت بينما يتم وضع التجميع بين الذراع المتأرجح والبريد الثابت في الوضع B إذا كان يمر المجامع من خلال هذه الفجوة ،ثم يتم اعتبارها ركام مسطحه أو مستطيلة يتم قياس إجمالي الجسيمات المسطحة أو المستطيلة أو المسطحة والمستطيلة.

القيم القصوى المطلوبة في الركام المسطحة والطويلة في الركام الخشن هي دالة لمستوى حركة المرور تنطبق هذه المتطلبات على المزيج الإجمالي النهائي.



شكل (3-1) يوضح جهاز الفر جال



شكل (3-2) يوضح نوع أخر من جهاز الفر جال

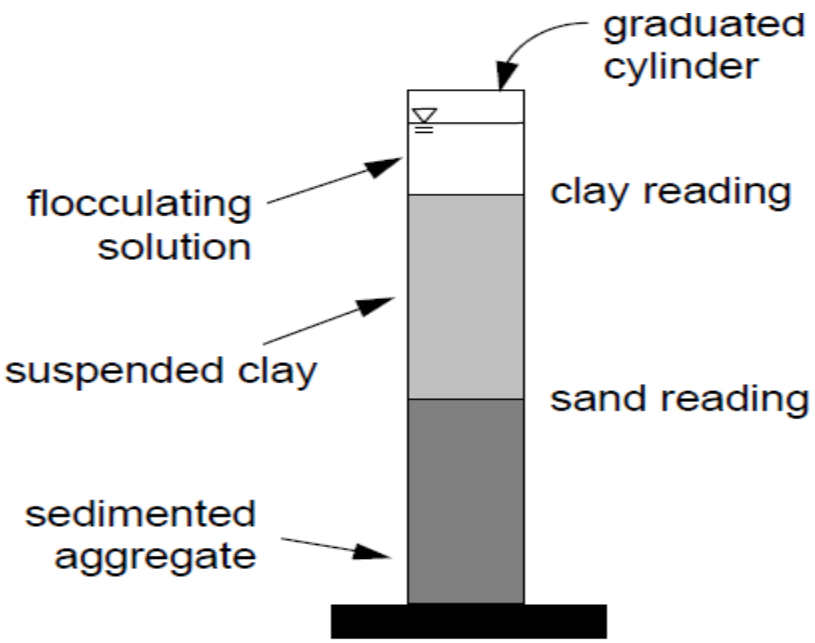
جدول (3-3) يوضح الحد الأعلى المسموح به لنسبة الركام الطويل والرقيق

Superpave Flat, Elongated Particle Requirements	
Traffic, million ESALs	Percent, maximum
< 0.3	-
0.3 to < 3	10
3 to < 10	10
10 to < 30	10
≥ 30	10
Note: Criteria are presented as maximum percent by weight of flat and elongated particles.	

4 - نسبة الطين (Clay Content):

محتوى الطين : هو النسبة المئوية للمادة الطينية الموجودة في الركام ويتم قياسه بواسطة AASHTOT176 عن طريق استخدام المكافئ الرملي.

في هذا الاختبار يتم وضع عينة من الركام الناعم في اسطوانة مدرجه مع محلول ملطف وتحريكها لتخفيف الجرامات الطينية الموجودة في غطاء الركام ليجبر المحلول المتراكم في التعليق فوق الركام الحبيبي بعد فترة يتم قياس الاسطوانة بالطين المعلق والرمل الرسوبي تحسب القيمة المكافئ للرمل نسبة من الرمال إلى فراءت ارتفاع الطين التي تم التعبير عنها كنسبة مئوية يتم التعبير عن قيم محتوى الصلصال المطلوب للركام الناعم على انه الحد الأدنى من الرمل وتكون دالة لمستوى حركة المرور تنطبق هذه المتطلبات على المزيج الاجمالى النهائي،على الرقم من أنه يمكن إجراء تقديرات على المخزونات الإجمالية الفردية .



شكل (3-3) يوضح جهاز المخبار

جدول (3-4) يوضح الحد الأدنى للمكافئ الرملي (الحد الأعلى لنسبة الطين)

Superpave Clay Content Requirements	
Traffic, million ESALs	Sand Equivalent, minimum
< 0.3	40
0.3 to < 3	40
3 to < 10	45
10 to < 30	45
≥ 30	50

3-2-2 خصائص المصدر (Source Properties):

تستخدم خصائص المصدر في الحكم على ملائمة مصدر الركام المستعمل في الخلطة الإسفلتية سوبر بيف لأهميتها في ضمان الجودة ، وهي تشمل الآتي:

اختبار التآكل Aggregates Abrasion Test

الغرض من الاختبار :

تحديد مدى صلابة الركام ومقاومته للكسر.

الأدوات المستخدمة :

- جهاز لوس أنجلوس للتآكل وهو عبارة عن أسطوانة من الصلب مفرغة ومقفلة الجانبين يمكنها الدوران حول محورها الأفقي
- منخل رقم 8 ومنخل رقم 12
- جهاز أوتوماتيكي للنخل
- ميزان حساس
- مجموعة كرات من الصلب قطرها حوالي 3.8mm وزنها بين (445-390gm)

شكل (3-4) يوضح جهاز لوس انجلوس للتآكل

خطوات الاختبار:

- توضع عينة من الركام الخشن المحجوز على المنخل رقم 8 داخل الأسطوانة

- يضاف إلى العينة عدد من الكرات الصلب

- تدار الأسطوانة بسرعة تتراوح بين 30 و33 دورة في الدقيقة لعدد كلي يتراوح بين 500 و1000 دورة

بعد إجراء الاختبار تهز العينة على المنخل رقم 12 ويحسب الفرق بين وزن العينة الأصلي والوزن المحجوز على المنخل وهو مقدار التآكل ،ويعبر عنه بالنسبة المئوية من الوزن الكلي الأصلي0ويجب أن تتعدي 15%

* تجربة مقاومة الركام للصدم Aggregates Impact Resistance Test

الغرض من الاختبار:

هو قياس صلابة الركام أو مقاومته للكسر تحت الصدمات المتكررة .

الأدوات المستخدمة :

- جهاز الصدم الموضح في الشكل ويتكون من قاعدة ووعاء أسطواني قطره الداخلي 10.2cm وعمقه 5cm حيث توضع بداخله العينة .

- مطرقة من حديد وزنها 14kg تسقط سقوطا حرا من ارتفاع 38cm على سطح العينات .

خطوات التجربة :

- تجهز العينة ويتم تمريرها من منخل 12.5mm وتحجز على منخل 10mm

- توضع العينة في المكيال على ثلاث طبقات وتدك كل طبقة 25 مرة بقضيب الغز .

- تنقل العينة على الوعاء الاسطواني ويتم دكها 25 مرة .

- ترفع المطرقة 38cm فوق سطح العينة ثم تترك لتسقط فوق العينة 15 مرة .

- تنخل العينة على منخل 2.26cm

تقاس درجة الصلابة بنسبة المواد الناعمة المتكونة إلى الوزن الكلى للعينة فإذا كانت

- درجة الصلابة أقل من 10% يعتبر الركام جيد جدا

- درجة الصلابة من 10إلى 20% يعتبر الركام جيدا.

- درجة الصلابة من 20إلى 30% يعتبر الركام مقبولا.

شكل(3-5) يوضح جهاز الصدمة

* نسبة الشوائب Deleterious Materials

الهدف من الاختبار:

الاستدلال على وجود مواد عضوية بالركام الناعم

الأدوات المستخدمة :

- ميزان حساسيته 0.1mg
- عدد 2 مخبار مدرج من الزجاج

خطوات الاختبار:

- يجهز محلول 2% من محلول حمض التانيك المذاب في 10%كحول إيثيلي
- يجهز محلول 3%من هيدروكسيد الصوديوم
- يملا المخبار الأول بالرمل الناعم تم يضاف إليه محلول 3% من هيدروكسيد الصوديوم ثم يرج جيدا
- يجهز المحلول القياسي بملء 97.5ml من حمض التانيك في المخبار الثاني ويضاف إليه 2.5ml من محلول3% هيدروكسيد الصوديوم ويغطى المخبار ثم يرج جيدا

النتائج:

تقدر كمية الشوائب العضوية الموجودة بالركام الصغير بالمقارنة لون المحلول فوقه بلون المحلول القياسي بعد 24ساعة .

3- 3- 3 خصائص التدرج (Gradation Properties):

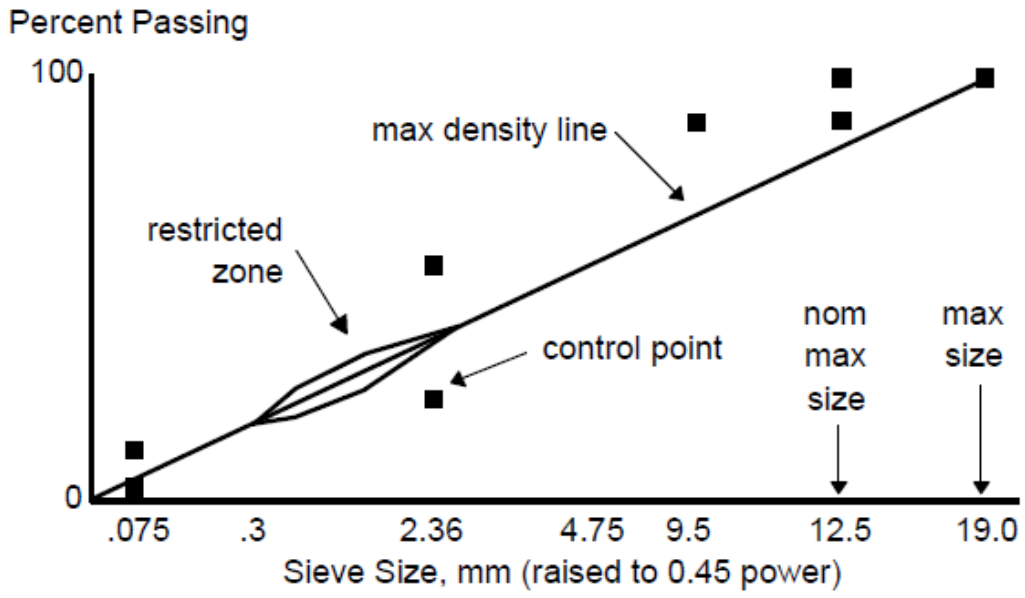
طورت نظام الرصف سوبر بيف منهج تحديد تدرج الركام في الخلطات الإسفلتية ،بتجنب منحنى الكثافة القصوى وهو الخط المستقيم الواصل بين نسبة المار 100% عند المقاس الأقصى ونقطة الأصل ، عندما ترسم نسبة المار مقابل المقاس الفعلي للمناخل مرفوع للأس 0.45،ولقد تمت أضافت خاصيتين لخط الكثافة القصوى هما :

- نقاط التحكم (Control Points)
- المنطقة المحظورة (Restricted Zone)

أما نقاط التحكم: فهي عبارة عن حدود عليا أو دنيا للنسب المارة من خلال مناخل محددة ،تلك المناخل هي المقاس الأقصى والمقاس الاسمي الأقصى والماس الأوسط 2.36mm والمقاس الأصغر ،وتختلف قيمت نقاط التحكم في كل منخل باختلاف المقاس الأسمى الأقصى للركام .

أما المنطقة المحظورة : فهي منطقة يوصى بعدم مرور منحنى التدرج خلالها،حيث أن التدرج الذي يمر خلال هذه المنطقة تكون نسبة الفراغات في الركام (VMA)غير كافية ،ويعتبر ذو حساسية مفرطة لزيادة أو نقصان نسبة الإسفلت . ويعرف تدرج الركام الذي يتم اختياره للرصف في نظام سوبر بيف بالتدرج الهيكلي التصميمي (Design Aggregate Structure) ويفضل أن يمر أسفل المنطقة المحظورة.

يجب أن يكون الركام المستخدم في إنتاج الخرسانة الإسفلتية مطابقا لكافة المتطلبات المنصوص عليها في هذا القسم من المواصفات العامة ما لم يرد ذالك في المواصفات الخاصة ،ويجب على المقاول وتحت مسئوليته مصادر وكميات الركام الصالحة للعمل وفقا للمتطلبات الواردة في هذه المواصفات العامة أو المواصفات الخاصة.



شكل (3–6) يوضح مواصفات التدرج

يجب تخزين (تشوين) مقاسات الركام المختلفة فوق سطح مستوي ونظيف وثابت وفي أكوام متباعدة عن بعضها بما لا يقل عشرة أمتار أو مفصولة بجدران ،كما يجب نقل الركام من مواقع التخزين بواسطة معدات يوافق عيها المهندس،ويجب ألا تؤدي طريقة النقل أو التخزين إلى تلوث البيئة أو تلوث الركام أو انفصال الحبيبات يسمح للمقاول باستعمال نسبة من الركام الناعم غير المكسر لإنتاج خلطات الخرسانة الإسفلتية في حدود 15% من وزن الركام الكلي بشرط أن يتوافق المزيج الكلي للركام الناعم غير المكسر والمكسر مع متطلبات شكل حبيبات الركام الناعم المبنية على الفراغات الهوائية غير المدكوكة الواردة في هذه المواصفات العامة أو الخاصة.

يجب أن تكون مادة الحشو المعدنية المستعملة في إنتاج الخرسانة الإسفلتية ناتجة من مسحوق أوغبار الصخور الذي لا يزيد مؤشر اللدونة فيه عن 4% .

جدول (3-5) يوضح مواصفات التدرج للركام

Sieve Size (mm)	*Percent Passing for Nominal Maximum Aggregate Size:*					
	37.5 mm		25.0 mm		19.0 mm	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
50.0	100					
37.5	90	100	100			
25.0		90	90	100	100	
19.0				90	90	100
12.5						90
9.5						
4.75						
2.36	15	41	19	45	23	49
1.18						
0.600						
0.075	0	6	1	7	2	8

3-2 مواصفات الإسفلت:

يتم تحديد صنف الرابط الإسفلتي المناسب لمشروع معين كما يلي:

- الحصول على كمية كافية من المعلومات الإحصائية الموثقة عن درجة الحرارة السائدة في منطقة المشروع.

- معرفة خط العرض الذي يقع المشروع عليه.

- حساب درجة حرارة الرصف العليا على عمق 20mm باستعمال العلاقة بين درجة حرارة الرصف ودرجة حرارة الهواء وخط العرض.

- حساب درجة حرارة الرصف الدنيا عند السطح باستعمال علاقة درجة حرارة سطح الرصف بدرجة حرارة الهواء.

تعتمد طريقة السوبر بيف على مجموعة من الاختبارات للإسفلت أهمها:

3-2-1 اختبار إناء ضغط التأثر مع الزمن Pressure Aging Vessel (PAV)Test

الغرض من الاختبار: هو معرفة مدى تأثير التغيرات في درجات الحرارة هو معرفة مدى تأثير التغيرات في درجات الحرارة على الطبقات الإسفلتية مع مرور الزمن .

الأدوات المستخدمة :

يستخدم في هذا الاختبار إناء ضغط التأثر مع الزمن وهو جهاز مزود بالوظائف التالية :

- غرفة الضغط
- نظام مراقبة وسيطرة على درجات الحرارة.
- وحدة معالجة حاسبية مبينة داخل الجهاز لتخزين بيانات الفحص والتحليل .
- برنامج مبني داخل الجهاز بالإضافة إلى شاشة لعرض البيانات.

خطوات التجربة :

- يتم تحضير العينات حسب المواصفات المحددة.
- توضع العينة داخل إناء الضغط .
- يتم تشغيل الجهاز وتحديد درجة الحرارة الخاصة بالاختبار
- تحمل العينة بالتدريج لمدة 20 ساعة إلى أن يصل الحمل إلى 2MPa
- يسجل الحمل ودرجة الحرارة خلال كل دقيقة لمدة الاختبار.

شكل (3-6) اناء ضغط التاثير مع الزمن

3-2-2 اختبار مقياس اللزوجة الدورانية Rotational Viscometer (RV) Test

الغرض من التجربة :

يستخدم هذا الاختبار لتقويم القابلية للتشغيل الخلطات الإسفلتية الساخنة وتقاس القابلية للتشغيل للتأكد من سيولة الإسفلت لدرجة كافية عند الضخ والخلط

الأدوات المستخدمة :

- نظام مراقبة وسيطرة على درجة حرارة العينة الإسفلتية
- وحدة معالجة حاسبية مبينة داخل الجهاز لتخزين بيانات الفحص والتحليل
- برنامج مبني داخل الجهاز بالإضافة إلى شاشة لعرض البيانات .

شكل (3-7) جهاز اللزوجة الدورانية

خطوات الاختبار:

أن تكون مدى قياس اللزوجة بين (3-600) ملي باسكال في الثانية ومدى السرعة بين (0- 250 دورة في الدقيقة) وبزيادة مرحلية تساوى 10 وتتكون الدقة 1% من مدى الاستخدام وحجم غرفة العينة من (8-13) مليمتر وتقاس اللزوجة الدورانية بواسطة قياس العزم المطلوب للحصول على دورا نية ثابتة للأسطوانة الدوارة ويجب أن تتوفر في هذه التجربة برنامج الحاسب الآلي يقوم بالسيطرة علي جهاز قياس اللزوجة الدورانية ومنظمات الحرارة وجمع وتخزين بيانات الاختبار مع التحليل اللازم لها ويجب أن يحتوى غرفة تنظيم الحرارة علي أدوات اللصق وأدوات استخلاص العينة وأدوات لتبريدها مثبت لغرفة العينة مع غطاء عازل للغرفة ومسمار ووردة لربط عمود الدوران .

3-2-3 تجربة القص الديناميكي:(Dynamic Shear Rheometer (DSR

الغرض من الاختبار:

لتحديد مواصفات الإسفلت عند درجات الحرارة العالية والمتوسطة.

الأدوات المستخدمة:

- جهاز القص الديناميكي
- غرفة ضبط بيئة الفحص
- حاسب إلي
- برنامج خاص بالاختيار

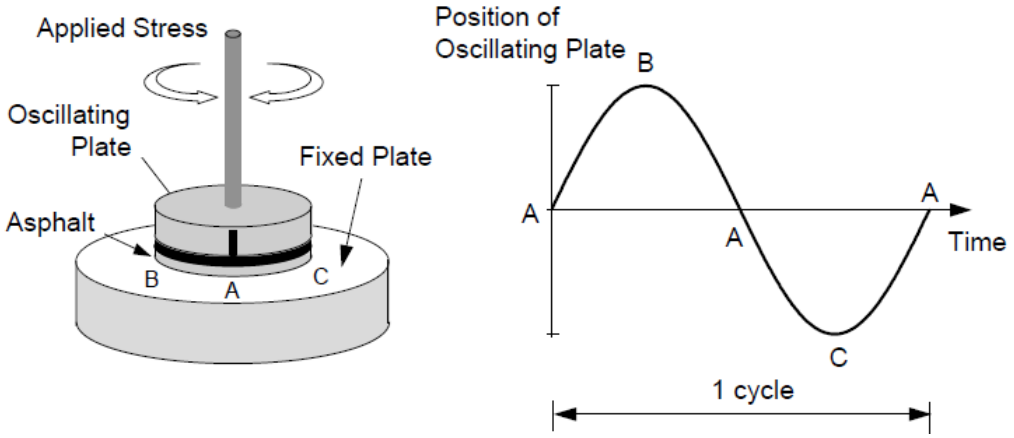
خطوات الاختبار:

- يجب أن يعمل جهاز القص الديناميكي حسب المواصفات القياسية ويمكن ضبطه وتشغيله باستخدام حاسب إلي وان يحتوي علي ما يلي:
- أن يعمل بمدي ترددات من 10 – 20 هرتز (أقصي حد 100 راد للثانية) مع فترات تأخير خاصة يمكن اختيارها لكل الترددات.
- أن يكون مزود بمحلل إجهاد يصل إلي 50 ميكروراد.
- يجب أن يقوم بفحص وتحليل متعاقب عند مدي لترددات تحدد باستخدام لوجه أبعادية ومقاييس الإجهاد إلي حد 2% من قيمة G التي تصل إلي 1 كيلو باسكال.

يجب أن تكون الألواح قابلة للنقل والتحريك وان يتراوح قطرها من mm (40 – 60) حسب الحاجة .

شكل (3-8) جهاز ريومتر القص الديناميكي

إن مبدأ تشغيل DSR مباشر ،يتم وضع عينة إسفلتية بين مغزل متذبذب وقاعدة ثابتة تبدأ اللوحة المتذبذبة (التي يطلق عليها غالبا المغزل عند النقطة A وتتحرك إلي النقطة B، من النقطة B تتحرك اللوحة المتذبذبة إلى الوراء ،وتمر النقطة A على الطريق إلى النقطة C من النقطة C تتحرك اللوحة إلى النقطة A هذه الحركة من A إلى B إلى C والعودة إلى A تضم دورة واحده



شكل (3-9) يوضح حركة المغزل

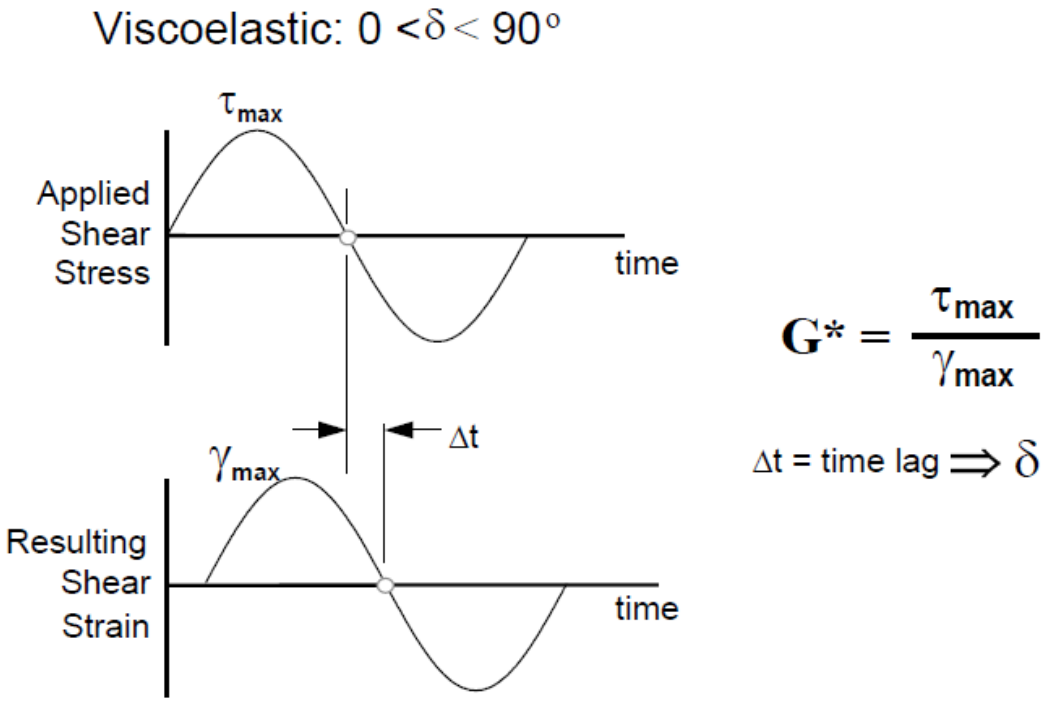
عندما يطبق القوة (أو إجهاد القص T) على الإسفلت بواسطة المغزل، يقيس DSR الاستجابة من الإسفلت إلى القوة .إذا كان الإسفلت مادة مرنة بشكل كامل ، فان الاستجابة ستتطابق على الفور مع القوة المطبقة ،وسيكون الفارق الزمني بين الاثنين صفرا. المواد تماما سيكون لها تأخر زمني كبير بين الحمل والاستجابة، ينجز الإسفلت البارد جدا مثل مادة مرنة ينفذ الإسفلت الساخن جدا مثل المواد اللزجة

في درجات الحرارة التي تحمل فيها معظم الأرصفة حركة المرور ، يتصرف الإسفلت مثل مادة صلبة مرنة وسائل لزج .

العلاقة بين الإجهاد المطبق والسلاسة الناتجة في DSR تقيس كلا النوعين من السلوك ،وتوفر المعلومات الضرورية لحساب أثنين من خصائص الربط الإسفلتي الهامة:معامل القص المعقد(G*-G*) وزاوية المرحلة &دلتا

*G:هو نسبة أقصى إجهاد قص إلى أقصى إجهاد القص (أقصى حد). الفارق الزمني بين الإجهاد المطبق والسلالة الناتجة هو زاوية المرحلة& هي صفر. وكلها بالنسبة لمواد التشوه يكون دائما في DSR .

يعرض مادة لزجة مثل الإسفلت الساخن تقترب زاوية الطور بمقدار 90 درجة وكل التشوه يكون دائما في DSR تعرض مادة لزجة مثل الإسفلت في درجات حرارة الخدمة إجهادا استجابة سلالة بين النقيضين .

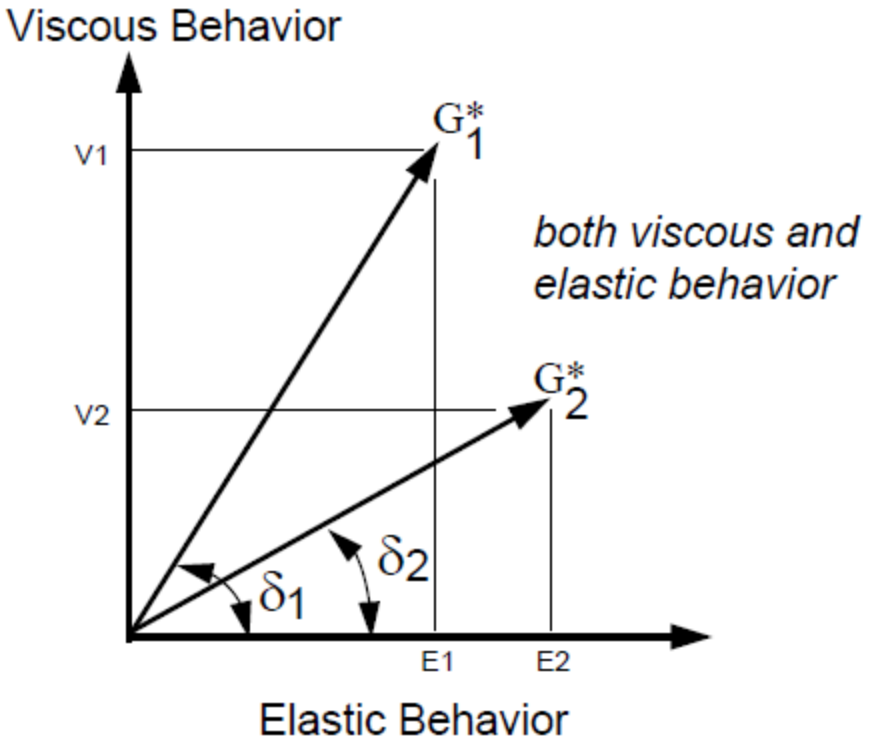


شكل (3-10) يوضح التشوه الناتج من حركة المغزل

وصفا لهذا السلوك اللزج بطريقة مختلفة يكون *G مقياسا للمقاومة الكلية لمادة ما للتشويه عند القص المتكرر يتكون من جزئيين :

جزء مرن (تشوه مؤقت)كما هو موضح في السهم الأفقي .وجزء هو لزج (تشوه دائم كما هو موضح بواسطة السهم الراسي .&(دلتا) والزاوية المصنوعة من المحور الأفقي ، تشير إلى الكميات النسبية للتشوه المؤقت والدائم .في هذا المثال على الرغم من أن كلا من الإسفلت هو من اللزج فان الإسفلت 2 أكثر مرونة من الإسفلت بسبب صغر &.من خلال تحديد كل من *G و&(دلتا).

يوفر DSR صورة أكثر اكتمالا لسلوك الإسفلت عند درجات حرارة خدمة الرصيف ،قيم *G&و تعتمد بشكل كبير على درجة الحرارة وتكرار التحميل . لذلك من المهم معرفة مناخ المشروع حيث يتم بناء الرصيف ، وكذلك السرعة النسبية لحركة المرور.



شكل (3-11) يوضح الزواية المصنوعة نتيجة لضغط المغزل

3-2-4 اختبار الكمرة المنحنية:(Bending Beam Rheometer (BBR

الغرض من الاختبار:

لتحديد مواصفات الإسفلت عند حرارة منخفضة

الأدوات المستخدمة:

- جهازريوميتر الكمرة المنحنية
- غرفة لضبط بيئة الفحص
- حاسب إلي
- برنامج خاص بالاختبار

خطوات الاختبار:

- يجب أن يعمل جهاز ريوميتر الكمرة المنحنية حسب المواصفات الخاصة به ويمكن ضبطه وتشغيله باستخدام حاسب إلي
- توضع عينة من المادة الإسفلتية علي شكل كمره داخل الجهاز
- يتم ضبط درجة الحرارة حسب مواصفات الاختبار
- تحمل العينة بحمل ثابت في مركزها لمدة 4 دقائق
- يحسب الزحف الناتج عن الحمل.

شكل (3-12) جهاز ريوميتر الكمرة المنحي

3-2-5 اختبار الشد المباشر:Direct Tension (DT) Test

الغرض من الاختبار :

لتحديد مواصفات الإسفلت عند درجات حرارة منخفضة

الأدوات المستخدمة :

- جهاز الشد المباشر
- غرفة لضبط بيئة الفحص
- حاسب إلي
- برنامج خاص بالجهاز

خطوات الاختبار :

يجب أن يعمل جهاز الشد المباشر حسب المواصفات الخاصة به ويمكن ضبه وتشغيله باستخدام

حاسب إلي

توضع العينة الإسفلتية داخل الجهاز

يتم ضبط درجة الحرارة حسب مواصفات الاختبار

يتم تحميل العينة بحمل شد إلي أن تنهار تحسب الاستطالة الناتجة عن الحمل

شكل (3-13) جهاز الشد المباشر

جدول (3-6) يوضح مواصفات لألواح الإسفلت متدرجة الأداء :

Binder Performance Grade:	PG 46			PG 52							PG 58				
	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40
Design high pavement temperature, °C:	<46			<52							<58				
Design low pavement temperature, °C:	≥34	≥40	≥46	≥10	≥16	≥22	≥28	≥34	≥40	≥46	≥16	≥22	≥28	≥34	≥40
Test on Original Binder															
Flash Point Temperature (T 48), Min., °C	230														
Viscosity (T 316) Maximum value of 3 Pa-s at test temperature, °C	135														
Dynamic Shear (T 315) G*/sin δ, minimum value 1.00 kPa, at 10 rad/s and Test Temperature, °C	46			52							58				
Tests on Residue from Rolling Thin Film Oven (T 240)															
Mass Loss, Maximum, %	1.00														
Dynamic Shear (T315) G*/sin δ, minimum value 2.20 kPa, at 10 rad/s and Test Temperature, °C	46			52							58				
Tests on Residue from Pressure Aging Vessel (R 28)															
PAV Aging Temperature, °C	90			90							100				
Dynamic Shear (T 315) G* sin δ, maximum value 5,000 kPa, at 10 rad/s and Test Temperature, °C	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13
Creep Stiffness (T 313) Stiffness, maximum value 300 Mpa m-value, minimum value 0.30, at 60 sec and Test Temperature,°C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30
Direct Tension (T 314) Failure strain, minimum value 1.0%, at 1.0 mm/min and Test Temperature, °C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30

جدول (3-7) متطلبات النوعية لدرجات أداء الرابط الإسفلتي

الاختبار		الوصف	المواصفة	المتطلبات
إسفلت طازج (غير مؤكسد)				
درجة الوميض Flash Point		AASHTO T-248		٢٣٠° م (حد أدنى)
اللزوجة المحورية Rotational Viscosity		عند درجة حرارة ١٣٥ درجة مئوية	AASHTO TP-48	٣ باسكال .ثانية (حد أقصى)
القص الديناميكي (DSR) Dynamic Shear G*/sinδ at (10 rad/sec)		عند درجة الحرارة العليا	AASHTO TP-5	١ كيلو باسكال (حد أدنى)
عينات الإسفلت المتبقية من اختبار الغشاء الرقيق RTFO				
نسبة الفقدان بالهواء والحرارة		عند درجة حرارة ١٦٣ درجة مئوية	AASHTO T-240	١ ٪ (حد أقصى)
القص الديناميكي (DSR) G*/sinδ		عند درجة الحرارة العليا	AASHTO TP-5	٢,٢ كيلوباسكال (حد أدنى)
عينات الإسفلت المتبقية من اختبار الغشاء الرقيق وأسطوانة الضغط RTFO / PAV				
القص الديناميكي (DSR)، G*sinδ		عند درجة الحرارة الوسطى*	AASHTO TP-5	٥٠٠٠ كيلوباسكال (حد أقصى)
انحناء العارضة الإسفلتية Bending Beam Rheometer (BBR)	صلابة الزحف Creep (S)Stiffness	عند درجة الحرارة الدنيا زائداً إليها ١٠ درجات مئوية لزمن ٦٠ ثانية	AASHTO TP-1	٣٠٠ ميغاباسكال (حد أقصى)
	الميل (m-value)	عند درجة الحرارة الدنيا زائداً إليها ١٠ درجات مئوية لزمن ٦٠ ثانية	AASHTO TP-1	٠,٣ (حد أدنى)
الشد المباشر Direct Tension		عند درجة الحرارة الدنيا	AASHTO TP-3	١٪ (حد أدنى)

3-3 تحضير العينات ودمكها باستخدام جهاز الجير توري

كان للباحثين عدة أهداف في اختيار طريق للضغط في المختبر .والاهم من ذلك ،إنهم كانوا يرغبون في جهاز يقوم بجمع عينات من خليط التجارب فعليا بكثافات محققة في ظل ظروف الرصف الفعلي وظروف التحميل ، ويجب أن يكون الجهاز قادرا على استيعاب مجاميع كبيرة.وعلاوة على ذلك ، كان من المرجح أن يكون الجهاز قادرا على قياس القابلية للضغط بحيث يمكن تحديد السلوك المحتمل للمزج العريض ومشاكل الضغط المماثلة .

في مركز SHRP كانت أولوية الباحثين في جهاز مناسب تماما لدمج عمليات مراقبة الجودة وضمان الجودة قي المنشاة.أي الضغوط في الاستخدام الحالي حقق كل هذه الأهداف،وبناء على ذلك تم تطوير جهاز مدمج جديد(Super pave Gyratory Compactor)(SGC)

طريقة الاختبار:

يتم تحضير 6 عينات من الخلطة الإسفلتية حسب الطريقة التالية :

- 2 منها تحتوى على نسبة إسفلت حسب المعادلة التصميمية المقترحة 0
- 2 تحتوى نسبة إسفلت زائدة ب0.5%على النسبة التصميمية
- 2 تحتوى على نسبة إسفلت أقل ب0.5%عن النسبة التصميمية.

- توضع العينات في القوالب الخاصة بالدمك ثم توضع في جهاز ألدمك ألدوراني بحيث تدور بسرعة 30دورة كل دقيقة وبزاوية مقدارها 1.25درجة .

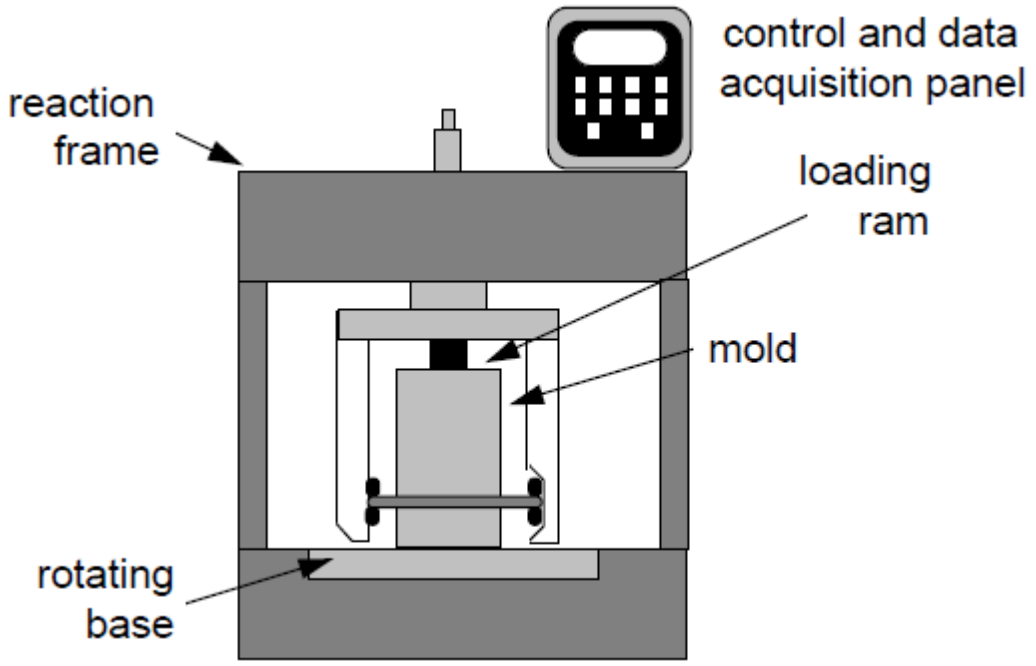
- يشغل الجهاز وتدمك العينات حسب المواصفات المخصصة بالدمك المتوقع في الحقل ثم تحديد الكثافة .

- تحسب نسبة الإسفلت المثالية التي تعطي نسبة فراغات أقل من 4%.

هنالك ثلاثة أرقام يجب تحديدها لعدد الدوران (Gyration)

للدمك وهي العدد المبدئي (Nini)والعدد التصميمي (Ndes)

والعدد الأعلى (Nmax)



شكل (3-14) يوضح أجزاء جهاز الجير توري

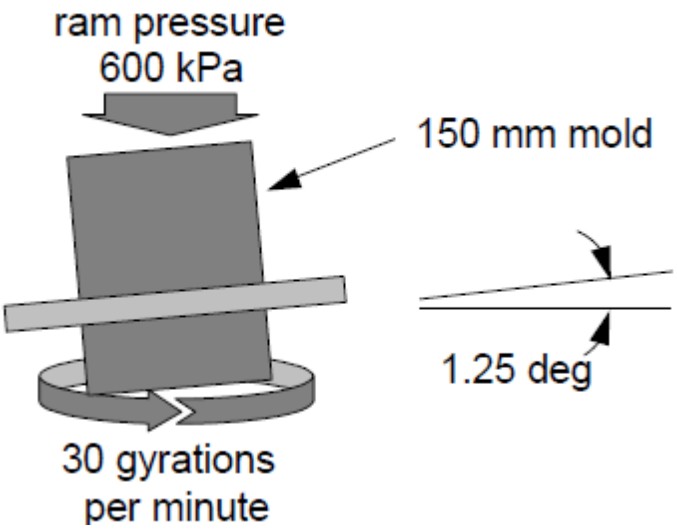
إن SGC عبارة عن جهاز ميكانيكي يتألف من نظام المكونات التالية.

إطار التفاعل ،قاعدة الدوران ، ونظام تحميل المحرك ،كبش التحميل ،وقياس الضغط ،نظام القياس والتسجيل ، والقالب ولوحة القاعدة .

يوفر إطار التفاعل تركيبة صارمة يمكن أن يتحرك مقابلها كبش التحميل عند ضغط العينات .يتم تدوير قاعدة SGCويتم تثبيتها على إطار التحميل .وهو يدعم القالب بينما يحدث الضغط .

تستخدم SGC قالبا بقطر داخلي يبلغ 150مليمتر وارتفاعه الاسمي 250مليمتر على الأقل .

وتوجد لوحة القاعدة في قاع القالب لتحمل حصر العينة أثناء ألدمك وتستخدم محامل رد الفعل لوضع القالب في زاوية ضغط 1.25درجة ،وهي زاوية ضغط SGC محرك كهربائي يقود القاعدة الدوار بسرعة ثابتة تبلغ 30دورة في الدقيقة.



شكل (3-15) يوضح ميلان جهاز الجير توري بزاوية 1.25 طريقة تحميل الضغط

يطبق نظام هيدروليكي أو ميكانيكي كبش التحميل الذي يضفي ضغط 600كيلو باسكال على العينة .يتطابق قطر كبش التحميل مع القطر الداخلي للقالب 150مليمتر .يقيس مقياس ضغط الكبش ،بما أن العينة تزداد كثافة إثناء الضغط فان مقياس الضغط وكبش التحميل يحافظان علي الضغط .

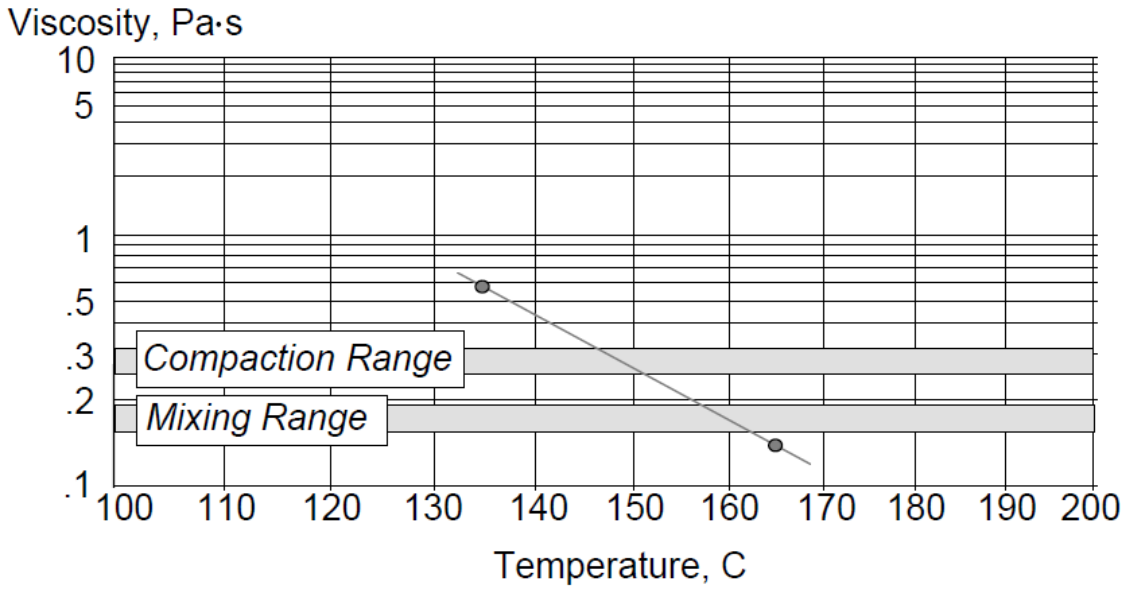
يعد قياس ارتفاع العينة من الوظائف المهمة في استخدام كتلة المادة الموضوعة في القالب ، العفن ،وارتفاع العينة ،ويمكن إجراء تقدير الكثافة في أي وقت خلال العملية .

يتم احتساب كثافة العينة عن طريق قسمة حجم العينة ،حجم العينة محسوبا بحجم وحدة الاسطوانة ذات الجانب السلس مع ارتفاع 150مليمتر والارتفاع المقاس .

تتصل إشارة ارتفاع العينة بجهاز كمبيوتر شخصي أو طابعة أو جهاز أخر لتسجيل قياسات الارتفاع (أي الكثافة) في جميع مراحل عملية الضغط بهذه الطريقة يتم تطوير خاصية الضغط حيث يتم ضغط العينة .

تتطلب عينات الخلط والدمك في ظروف درجات حرارة متساوية تقابل 200 .170باسكال و300.280 باسكال على التوالي كما هو محدد من خصائص درجة الحرارة اللزوجة لموثق ا لإسفلت إذا كان قطعة اللزوجة للحرارة تنتج درجة حرارة الخلط أعلى من 170درجة مئوية ،قد يشير إلى أنه يتم تعديل الإسفلت نظرا لخصائصها المميزة يمكن في كثير من الأحيان خلط الإسفلت المعدلة وضغطها عند اللزوجة الأعلى (درجة الحرارة المنخفضة) يجب ملاحظه :أن درجات الحرارة فوق 177درجة مئوية قد تؤدي إلى تدهور حراري رابط ويجب أن لأيتم استخدامه ينبغي دائما الرجوع إليها للحصول على توصيات من درجة حرارة المختبرات ودرجة حرارة الدمج الأمثل للمجلدات المعدلة ،يجوز للمستخدمين التأجيل لتوصيات الشركة المصنعة لجميع الدرجات PG الموثق لدرجة الحرارة ،يتم خلط Cباستخدام خلاط ميكانيكي بعد الخلط تخضع عينات فضفاضة للتكيف كما هو محدد في AASHTOPP-2 و يجب وضع قوالب الضغط والألواح الأساسية في فرن ودرجة حرارة 135درجة مئوية على الأقل 30 درجة مئوية إلى 45 دقيقة قبل الاستخدام يتم استخدام ثلاث إحجام لعينات إذا كان سيتم استخدام العينات لتحديدات الحجمية فقط استخدام مزيجا كافيا للوصول إلى ارتفاع العينة 115مم.

جدول (3-8) يوضح العلاقة بين درجة الحرارة والكثافة



وهذا يتطلب حوالي 4500 جرام من الخليط يتم اختبار العينة المنتجة بدون تشذيب وبديل لذلك لإنتاج عينات لاختبار الأداء يتم استخدام ما يقارب 5500جرام لتصنيع عينة بقطر d تقريبا 135مليمتر الطول في هذه الحالة يجب قطع العينات إلى 50 مليمتر قبل اختبارها في SST أو IDT يجب أن تبقى عينة واحدة على الأقل من الجاذبية النظرية النوعية باستخدام AASHTO (T283) يتم تصنيع عينات الاختبار إلى ارتفاع 95 مليمتر الأمر الذي يتطلب حوالي 3500 جرام من الخليط. تكون عينات الاختبار السريع جاهزة للضغط يبدأ الضاغطة من خلال تشغيل الطاقة الرئيسة يجب ضبط الضغط الراسي عند 600 كيلو باسكال يجب أن يكون عداد التدوير صفر وأن يتم إيقافه عندما يتحقق العدد المطلوب من التقويم الثلاثة مستويات للتدرج هي Ndes أو Nini أو Nmax إن عدد التصاميم التقريبية Ndes يتراوح من 125--50 وهي دالة على مستوى حركة المرور

جدول (3-9) يوضح مستويات دك الخيط الإسفلتي بنظام سوبر بيف

Superpave Design Gyratory Compactive Effort			
Design ESALs (millions)	Compaction Parameters		
	$N_{initial}$	N_{design}	$N_{maximum}$
< 0.3	6	50	75
0.3 to < 3	7	75	115
3 to < 10	8	100	160
≥ 30	9	125	205

بعد وضع لوحة القاعدة يتم وضع قرص الورق فوق اللوحة ويتم شحن القالب في مصعد واحد يجب تقريب الجزء العلوي من العينة غير المضغوطة قليلا يتم وضع قرص ورق فوق الخليط وضع القالب في الضاغطة وتركز تحت الكبش ثم يتم خفض الكبش حتى يتصل بالمزيج ويكون ضغط المقاومة 600كيلو باسكال(18كيلو باسكال) ثم يتم تطبيق زاوية (125002) وتبدأ عملية الضغط عند الوصول إلى Ndes تتوقف الضاغطة تلقائيا بعد تحرير الزوايا.المتطلبات الحجمية المختلطة تتكون المتطلبات الحجمية للحجم من الفراغات الهوائية والكثافة المتوسطة أثناء الضغط في محتوى Niniو Nmaxتستخدم أساس لاختيار محتوى مادة الإسفلت في Super pave،محتوى الفراغ الهوائي التصميمي وهي 4% من الفراغات في الركام المعدني ،الفراغات المملؤة بالإسفلت تعرف super pave الفراغات في الركام المعدني (VMA)كمجموع لحجم فراغات الهواء والجسيمات الكلية.

والهدف هو توفير مساحة كافية لموثق الإسفلت بحيث يمكن أن يوفر التصاق كاف لربط المجاميع ،وتوسيع الإسفلت .القيم المحدد ل(VMA)في محتوى فراغ الهاء التصميمي بنسبة 4%هي دالة الحجم الكلي الأقصى ولكن دون نزيف عندما ترتفع درجا ت الحرارة.

جدول (3-10) يوضح اقل نسبة للفراغات في الركام وفقا لنوع المناخل

Superpave VMA Requirements	
Nominal Maximum Aggregate Size	Minimum VMA, %
9.5 mm	15.0
12.5 mm	14.0
19 mm	13.0
25 mm	12.0
37.5 mm	11.0

3-3-1 الفراغات المملؤة بالإسفلت (VFA)

هي النسبة المئوية من VMAالمملؤة بالإسفلت وهذا النوع من الفراغات يؤثر بشكل كبير على متانة الطبقة الإسفلتية .

شكل (3-11) نسبة الفراغات المملؤة بالإسفلت وفقا لحجم المرور

Superpave VFA Requirements	
Design ESALs (million)	Design VFA, %
< 0.3	70 - 80
0.3 to < 3	65 - 78
3 to < 10	65 - 75
10 to < 30	65 - 75
≥ 30	65 - 75

الفصل الرابـــــع

تصميم الخلطة الأسفلتية

الفصل الرابع

4 – تصميم الخلطة الإسفلتية بنظام سوبر بيف

4 –1 مقدمة :

قبل البدء في عملية تصميم الخلطة الإسفلتية بنظام سوبر بيف يجب تحديد خصائص ومتطلبات تصميم الخلطة الإسفلتية بنظام من المتطلبات العامة للسوبر بيف بناءا على ثلاثة معايير وهذه المعايير هي :

حجم المرور المتوقع على المشروع ولتسهيل عملية تصميم الخلطة فقد تم تحديد أصناف لحجم المرور لكل مجموعة من المحاور الفردية المكافئة التي نص عليها نظام سوبر بيف .

إن اختيارا لمقاس الأعلى الاسمي التصميمي لطبقة معينة يتم على أساس القاعدة العامة بان المقاس الأعلى الاسمي لا يزيد عن ثلث سماكة الطبقة .

اختيار الموقع الجغرافي للمشروع يتم اختيار صنف الإسفلت بناءا على خارطة توزيع المناطق الحرارية واختيار موقع الطبقة التي تصمم الخلطة من جلها ويؤخذ بتحديد عمق طبقة هذه السطح عن سطح الطريق .

4 -2 خطوات التصميم:

ويجب أن توضح معايير التصنيف الأساسي (المرور , المقاس الأعلى الاسمي و الموقع)

جدول (4-1) لاختيار المقاس الأعلى الاسمي

المقاس الأعلى، ملمMS -	المقاس الأعلى الاسمي، ملم NMS -
50.0 mm	37.5 mm
37.5 mm	25.0 mm
25.0 mm	19.0 mm
19.0 mm	12.5 mm
9.50 mm	9.50 mm

جدول (4 -2) المقاس الاسمي الأعلى المقترح للطبقات الإسفلتية المختلفة

المقاس المقترح Recommended NMS	الطبقة Layer
12.5 or 9.5 mm	الطبقة السطحيةWearing coarse
19.0 mm	طبقة الربطBinder Coarse
37.5 or 25.0 mm	طبقة الأساسBase coarse

جدول (4 –3) عدد دورات الدك في جهاز الدك ألدوراني الخاص بنظام سوبر بيف

المرور Traffic (million،(ESAL	عدد الدورات Gyrations		
	N_{ini}	N_{des}	N_{max}
(VL (< 0.3	6	50	75
(L (0.3 to 3	7	75	115
(M to H (3 to < 30	8	100	160
(VH (> 30	9	125	225

جدول (4 –4)لاختيار صنف حركة المرور المناسب اللازم لتحديد مواصفات الخلطة

الصنف Class Designation		مجال عدد المحاور المكافئة ESALs Range	الاستخدام Applications
VL	خفيف جداً Very Light	000،Less than 300	طرق زراعية و داخلية في المدن (بدون شاحنات) (local and city streets (no trucks،Agricultural roads
L	خفيف Light	000 to 3 million،300	طرق مغذية و collectors….Feeders
M	متوسط Medium	3 million to 10 million	طرق و شوارع رئيسية city streets،Main Roads
H	ثقيل Heavy	10 million to 30 million	طرق سريعة Highways and Expressway
VH	تقيل جداً Very Heavy	More than 30 million	طرق ذات مرور ثقيل مثل مداخل الموانئ التجارية و المدن الصناعية industrial areas….Heavily trafficked highways

يمكن تحديد خصائص الخلطة الإسفلتية التي تنطبق على متطلبات موقع المشروع على الأتي :

- اختيار المواد

- اختيار بنية الركام التصميمية

- اختيار المحتوى ألإسفلتي التصميمي

- تقييم حساسية الخلطة للرطوبة

4 -2-1 اختيار المواد : تشمل هذه الخطوة اختبار صنف الإسفلت ونوعية الركام اللذان يجب أن يكونا مطابقين لمعايير سوبر بيف . يتطلب اختيار صنف الرابط الإسفلتي معرفة وإدراك الأحوال المناخية خصوصا درجة الحرارة بالموقع الذي سيتم تنفيذ وتشغيل الطريق فيه ويشمل متوسط أعلى درجة حرارة على مدى 7 أيام متتالية وأدنى درجة للحرارة لمدة يوم واحد في السنة لعشرين سنة الماضية وخط العرض في ذلك الموقع الجغرافي للمشروع ويتضح مما سبق أن اختيار صنف الإسفلت تم بناءا على الاعتبارات الحرارية فقط ألا أن طريقة التصميم حسب نظام سوبر بيف تتطلب تعديل الصنف بناءا على سرعة وحجم المرور .

جدول (4 – 5) تعديل صنف الإسفلت بناءا على سرعة وحجم المرور

السرعة Speed	المرور (Traffic Class Designation (or ESAL million)				
	VL(<0.3)	L(0.3to3)	M(3to<10)	H(10to<30)	VH(>30)
متوقف (متوسط السرعة اقل من ٢٠ كم /س Standing (average (speed < 20 km/h	1 [2]	2	2	2	2
بطيء (متوسط السرعة		1	1	1	1

ويتم تحديد نوعية الركام بناءا على حركة المرور المتوقع على المشروع وعمق موقع الطبقة (المسافة من سطح الطريق بالمليمتر) لسطح الطبقة المراد تصميم الخلطة لها وتوضح مواصفات اشتو MP 2 متطلبات نوعية الركام وفقا لنظام سوبر بيف لكي يتم استخدام أي ركام في خلطات سوبر بيف فانه يجب إن يطابق هذا الركام لمجموعتين من المتطلبات خصائص المصدر وخصائص الإجماع

- خصائص الإجماع (متطلبات نظام سوبر بيف) :

* الخاصية الزاوية للركام الخشن

* الخاصية الزاوية للركام الناعمة

* الحبيبات المسطحة والمستطيلة

* المكافئ الرملي

- خصائص المصدر :

وتحدد هذه الخصائص وفقا لطبيعة الجيولوجية للمنطقة

جدول (4 – 6) متطلبات السوبر بيف لخصائص الإجماع للركام

الخاصية Property	عمق الطبقة من السطح بالمليمتر(٢) Layer Depth ((mm	المرور (million،Traffic Class Designation (or ESAL				
		(VL (< 0.3	(L (0.3 to 3	(M (3 to < 10	H(10to<30 (	(VH(> 30
الخاصية الزاوية للركام الخشنة(١)، % الحد الأدنى Coarse Aggregate Angularity % min.،((CAA	< 100 mm	55/-	75/-	85/80	95/90	100/100
	> 100 mm	-/-	50/-	60/-	80/75	100/100
الخاصية الزاوية للركام الناعمة، % الحد الأدنى Fine Aggregate Angularity % min.،((FAA	< 100 mm	-	40	45	45	45
	> 100 mm	-	40	40	40	45
المكافئ الرملي، نسبة الحد الأدنى % min.،(Sand Equivalent (SE		40	40	45	45	50
الحبيبات المسطحة والمستطيلة، نسبة الحد الأعلى % max.،(Flat & Elongated (F&E		-	10	10	10	10

ملاحظات :تمثل القيم المبينة للخاصية الزاوية للركام الخشن نسبة الكسر س/ص حيث س وجه واحد مكسور وص وجهين .

4 -2- 2 اختيار الهيكل التصميمي للركام :

بعد تحديد مجموعات الركام الموافقة لمتطلبات نظام السوبربيف للمشروع , فانه يتم خلطها بنسب مئوية مختلفة للوصول إلي مالا يقل عن ثلاث خلطات متباينة في التدرج على أن تكون هذه الخلطات الثلاث مطابقة لمتطلبات التدرج في نظام سوبر بيف كما يلي :

- نقاط التحكم في التدرج : يجب أن تكون الركام المخلوطة مطابقة لمواصفات التدرج المحدد الخاص بالمقاس الأعلى الاسمي التصميمي للمشروع .

جدول (4-7) متطلبات تدرج الركام في نظام السوبر بيف -. نقاط التحكم

مقاس المنخل Sieve Size	المقاس الأعلى الاسمي، ملم – نقاط التحكم، نسبة المار (mm - Control Point (Percent Passing،Nominal Maximum Aggregate Size									
	37.5 mm		25.0 mm		19.0 mm		12.5 mm		9.5 mm	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
50.0 mm	100									
37.5 mm	90	100	100							
25.0 mm		90	90	100	100					
19.0 mm				90	90	100	100			
12.5 mm						90	90	100	100	
9.5 mm								90	90	100
4.75 mm										90
2.36 mm	15	41	19	45	23	49	28	58	32	67
0.075 mm	0	6	1	7	2	8	2	10	2	10

– المنطقة المحظورة : يفضل عدم مرور تدرج الركام المخلوطة المختارة للخلطات الثلاث في المنطقة المحظورة الموضحة في الجدول التالي الخاص بالمقاس الأعلى الاسمي التصميمي للمشروع .

جدول (4–8) متطلبات تدرج الركام في نظام سوبر بيف– حدود المنطقة المحظورة

مقاس المنخل Sieve Size	المقاس الأعلى الاسمي، ملم – نقاط التحكم، نسبة المار (Nominal Maximum Aggregate Size - (Percent Passing									
	37.5 mm		25.0 mm		19.0 mm		12.5 mm		9.5 mm	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
0.30 mm	10.0	10.0	11.4	11.4	13.7	13.7	15.5	15.5	18.7	18.7
0.60 mm	11.7	15.7	13.6	17.6	16.7	20.7	19.1	23.1	23.5	27.5
1.18 mm	15.5	21.5	18.1	24.1	22.3	28.3	25.6	31.6	31.6	37.6
2.36 mm	23.3	27.3	26.8	30.8	34.6	34.6	39.1	39.1	47.2	47.2
4.75 mm	34.7	34.7	39.5	39.5	-	-	-	-	-	-

يتم إعداد ثلاثة مستويات تجريبية من الخليط تتراوح من جانب الخشونة إلى جانب النعومة وفق نقاط التحكم الخاصة بالحجم الأعلى الاسمي التصميمي للمشروع يمكن أن يكون تدرج الركام إما خشن (تحت خط الكثافة القصوى والمنطقة المحظورة) أو ناعم (فوق خط الكثافة القصوى والمنطقة المحظورة) يجب إن يوافق الركام المخلوط تدرج سوبر بيف ومتطلبات خصائص الإجماع . يجب تأكيد مطابقة الخصائص في الركام لمتطلبات نظام سوبر بيف من خلال اختبارها في المعمل ولزيادة الفراغات في الركام المعدني عند انخفاضها عن متطلبات الخلطة:

– إبعاد التدرج عن خط الكثافة القصوى

- استعمال حبيبات لها خصائص زاوية عالية

- استعمال حبيبات منخفضة الإشكال

- خفض كمية المار من منخل 0.075ملم

*** الاختيار الهيكل التصميمي للركام يجب القيام بما يلي :**

- الحصول على عينات الركام من الأقماع الساخنة في الخلاط المركزي التي سوف تستعمل لإنتاج الخلطة

- تحديد خصائص الإجماع وامتصاص الماء ،والوزن النوعي الإجمالي والوزن النوعي الظاهري لكل مقاس من الركام وفقا للطرق القياسية المعتمدة .

- تحديد تدرج العينات باستخدام مجموعة المناخل القياسية لنظام سوبر بيف

- تحديد درجة حرارة الخلط والدك للرابط الإسفلتي على النحو التالي :

- يحدد الأتي من الرسم البياني

- درجة حرارة الخلط عند اللزوجة الدورانية مقدارها ز 017+02

- درجة حرارة الدك عند لزوجة دورا نية مقدارها 0.028+0.03

يلزم إعداد كمية كافية من التدرج المقترح بما يمكن من دك عينتين في جهاز الدك ألدوراني الخاص بنظام سوبر بيف لعدد الدورات المساوي لNdes،كما يلزم قياس الوزن النوعي الأقصى للخلطات المعدة عند كل محتوى من المحتويات الأربعة لمادة الرابط الإسفلتي .

4 -2-3اختيار محتوى الإسفلت التصميمي :

- بعد اختيار إحدى التدرجات الموافقة لمتطلبات السوبر بيف (الهيكل التصميمي للركام) يجب إعداد كمية الخلطة علي الساخن لدك عينتين بجهاز الدك الدوار ني لقياس الوزن النوعي الأقصى لتدرج الخيط المختار

- بعد دك عينتين من كل تدرج إلى أل N_{des} يتم قياس الوزن النوعي الإجمالي والارتفاع بالمليمتر عند N_{ini} وN_{des} لكل عينة .

- يتم تحديد المحتوى الإسفلتي التصميمي عند 4% من الفراغات الهوائية

- إذا كانت خصائص الخلطة عند المحتوى الإسفلتي التصميمي متطابقة لمتطلبات سوبر بيف يمكن عند ذلك إجراء تجربة التحقق من الخصائص الخلطة عند المستوى الأعلى من الدك أي عند N_{max} ،إما إذا لم تكن خصائص الخلطة مقبولة عندها يجب إعادة التصميم

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات

الفصـــــل الخامس

5- الخلاصة والتوصيات

5-1 الخـــــلاصة :

تم الوصول إلي أفضل مواصفات الركام بواسطة الاختبارات حيث تم أعاده وتقييم وتطوير الأساليب المستخدمة في التصميم بحيث تم استخدام الركام الزاوي واستخدام تدرج حبيبي عن المنطقة المحظورة ويعتمد التصنيف على إل PG متوسط درجات الحرارة العليا والدنيا والأحمال المرورية المسلطة علي الطريق

5-2 التوصيات والمقترحات :

- تطبيق الأنظمة المستخدمة في الركام أو جزء منها
- إنشاء مختبر مركزي لنظام السوبر بيف
- تطبيق الأنظمة المستخدمة لاختبار الإسفلت أو جزء منها كاختبار dynamic shear و gyratory compactor

5-3 المراجع والمواقع الالكترونية:

المراجع :super pave fundamentals

المواصفات العامة لإنشاء الطرق الحضرية