

Evaluation of soil strength.

قياس مقاومة التربة

- (1) Shear tests. تجارب القص
- (2) Bearing tests. تجارب التحمل
- (3) Penetration tests. (CBR) تجارب الاختراق
- (4) Hvem stabilometer

* هذا النوع من الاختبارات يكون عادةً متشابهًا في طريقة إجرائه ومقارنته بالتربة مثل:

١. جميع أشكال العين وطرق التحميل ومعدل التحميل وحالات صرف المياه.
٢. نوع التربة مثل الكثافة رتبة الترسيب ودرجة التماسك والخواص الإحصائية للتربة.

* (يتم الربيع منقوص) (معدل التربة) والحدود التي يحد منها (---)

* (مواصفات التربة) (مواصفات التربة)

- تجربة القص المباشر direct shear test
- تجربة الضغط ثلاثي المحاور Triaxial Comp. test (في ٢٠٠٥)

plate Bearing Test.

تجربة القصر الحمل

plate load test is a field test to determine the ultimate bearing capacity of soil, and the probable settlement under a given loading. The test essentially consists in loading a rigid plate at the foundation level, and determining the settlements corresponding to each load increment. The ultimate bearing capacity is taken as the load at which the plate starts sinking at a rapid rate.

* تستخدم هذه التجربة لقياس قدرة تحمل التربة لحمل الرصف والاعمدة الخارجه عليه ولذا تستخدم انما معدنيه باحجام كبيره. وقد استخدمت تجربة القصر

الحمل (K) لاختبار معادلات رد فعل التربة. Modulus of subgrade reac. (K) في تحليل رستغارد Westergaard's Analysis للاحمال الناشئة عن حفر العجلة في حالة الرصف الخرساني.

واكبرها - عبارة عن مجموعة من الاقسام المعدنيه المستطيله متراكبه فوق

بعضها باحجام ٢٥٠ ، ٢٤٠ ، ٢٠ سم ويتم تحميلها بواسطة رافعه (Jack) ميكانيكي او هيدروليكي. ويقاس مقدار هبوط هذا القسم بواسطة معدادات دقيقة يتراوح مدها بين ثلثه او اربعه ثبات بطريقه معينه بحيث يعطي مستوي

مقدار هبوط القوس .

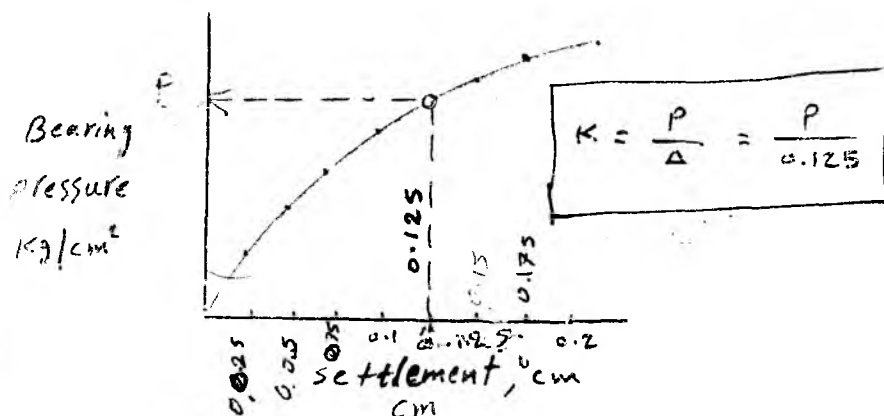
يتم الاختبار بالتحميل تدريجياً على القوس عن طريق الرافعة (Jack) والتي تسند حين ذاك لداخلة حربة محملة . وتُقاس الحمل الواقع على القوس بقياس مقياس الرافعة أو حلقة المقياس proving ring المركب عليها كما يقدر مقدار انحراف الواقع على الدببة أسفل القوس ومقدار متوسط هبوط القوس .

Modulus of subgrade reaction

معامل رد التربة (K)

هو العنصر الواقع على الوحدة المربعة والذي يسبب هبوطاً مقداره 1 سم باستخدام الأبعاد القياسية للقوس والذي تقدره 10 سم . وكانت في بعض الأحيان يتم ترميز هبوط بقدر 1 سم .

والتحقق من مقدار K (كغ / سم²) كغ / سم² مقدار 1 سم ، لعرض 1 سم ، للتجربة للتربة . يتم توزيع حمل كان المحمول على هبوط مقدار 1 سم ، ولذا يتم تعريف الهبوط أو يكون بحمول صغير جداً (1 سم / دقيقة) في حالة التربة (الطينية أو الدببة المبللة) . تؤخذ قراءات متساوية الهبوط ويؤخذ المتوسط ويحدد الحمل من مؤشر حلقة المقياس . يزداد الحمل بعد ذلك حتى يصل إلى زيادة في قيمة الهبوط كما هو أيضاً 0.025 سم . ونحوه قيمة الحمل الهبوط 0.025 سم هذا المقدار حتى تصل إلى هبوط مقدار 1 سم . ثم يتم عمل العلاقة بين الهبوط المتوسط والمرتبط المتوسط كما في الشكل أدناه :



يحدد العنصر P المتعلق للهبوط (Δ) مقداره 1 سم ، وسبب قيمة K من العلاقة :

$$K = \frac{P}{\Delta} = \frac{P}{0.125} \text{ (Kg/cm}^2\text{/cm (or Kg/cm}^3\text{))}$$

دقيقه - نخرج المهندس الإبراهيم طريقه سريع للاعداد التجريبه - فبعد اكمال المجهز
 للتجيز للتجريبه يوضع صنفه مقدار ٧٥ كغم / سم^٢ (هذا مقداره ٥٥ كغم لغرض
 قعه ٥٥ سم) في قعه زمنية مقدارها (١٠) ثواني ويثبت حتى يتوقف الهبوط
 اذ يصبح معدل اقل من ٠.٠٥ مم / دقيقه في حالة التربه الصليه ويجزئيه متوسط
 الهبوط فان :

$$K = \frac{0.7}{\Delta} \text{ Kg / cm}^2 \text{ / cm}$$

حيث : Δ = متوسط الهبوط بالسلم المقابل لصنفه مقدار ٧٥ كغم / سم^٢

التصحيح للقراءه الصفيه : قد لا تتوزع القعه الاثنيه بكل قمره لغرض ٥٥ سم
 يربط بمقدار ١٧٥ سم وفي هذه الحاله - نتخرج
 قمره لغرض اقل (٢٠ - ٣٠) وذلك يتم تصحيح شبع
 (K) بالملاقه :

$$K = K_1 \cdot \frac{a_1}{a}$$

حيث :

K_1 = معامل رد فعل التربه لغرض مقدار a_1

K = معامل رد فعل التربه لغرض مقدار a

وبعض الدول - تستخدم العلاقة التاليه (اليابان)

$$K_{75} = \frac{K_{30}}{2.2} \quad \text{و} \quad K_{75} = \frac{K_{40}}{1.7}$$

حيث :

K_{75} = معامل رد فعل التربه لغرض مقدار ٧٥ سم

K_{30} = معامل رد فعل التربه لغرض مقدار ٣٠ سم

K_{40} = معامل رد فعل التربه لغرض مقدار ٤٠ سم

California Bearing Ratio (CBR) طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا

Test are used to evaluate subgrades for pavement. The tests may be carried out in field or Laboratory. They determine the resistance to penetration of a subgrade soil relative to that of a standard crushed-rock base.

The CBR is the ratio (expressed in percent) of the bearing value of the material in kg at a deflection of 2.5 mm to that of a standard crushed-stone sample at the same deflection.

The CBR measurements may be used for design purposes. It is important that moisture content and dry density conditions at the time of the test should approximate to those expected under the completed pavement.

* هي تجربة غرز (penetration) واداء عن استنبطها هو بورتير Porter O.J. من قسم الطرق بولاية كاليفورنيا باسريها وقد استحدثت سنة ١٩٢٨ الوقت وكدت ~~بمعدن الكالسيوم~~ وهي الان الطريقة المعتمدة لتقييم الرصف المزج العالم. وتجرب تجربة الغرز على التربة رتبه مواد الاساس كيزون والتجربة عبارة عن ايجاد الحمل اللازم لغرز ابره (مكبس) ذات قطر معين بمرحه معينه ٥.٠٨/١٩٨ ويمكن القيام بهذه التجربة اما بالبيديه او بالمتنبد.

في المتنبد توضع العينة (sample) داخل قالب اسطواني Mould مقفه الارتفاع ١٥ سم وارتفاعه ١٨ سم وارتفاع العينة في القالب ١٤.٧٨ سم ويتم قياس سقاء الغرز (او القدر في حالة العينة المنقوعة (soaking)) بواسطة مؤش خارج (Dial gauge) ويتم الغرز بواسطة مكبس مقفه ٥.٠٨/١٩٨.

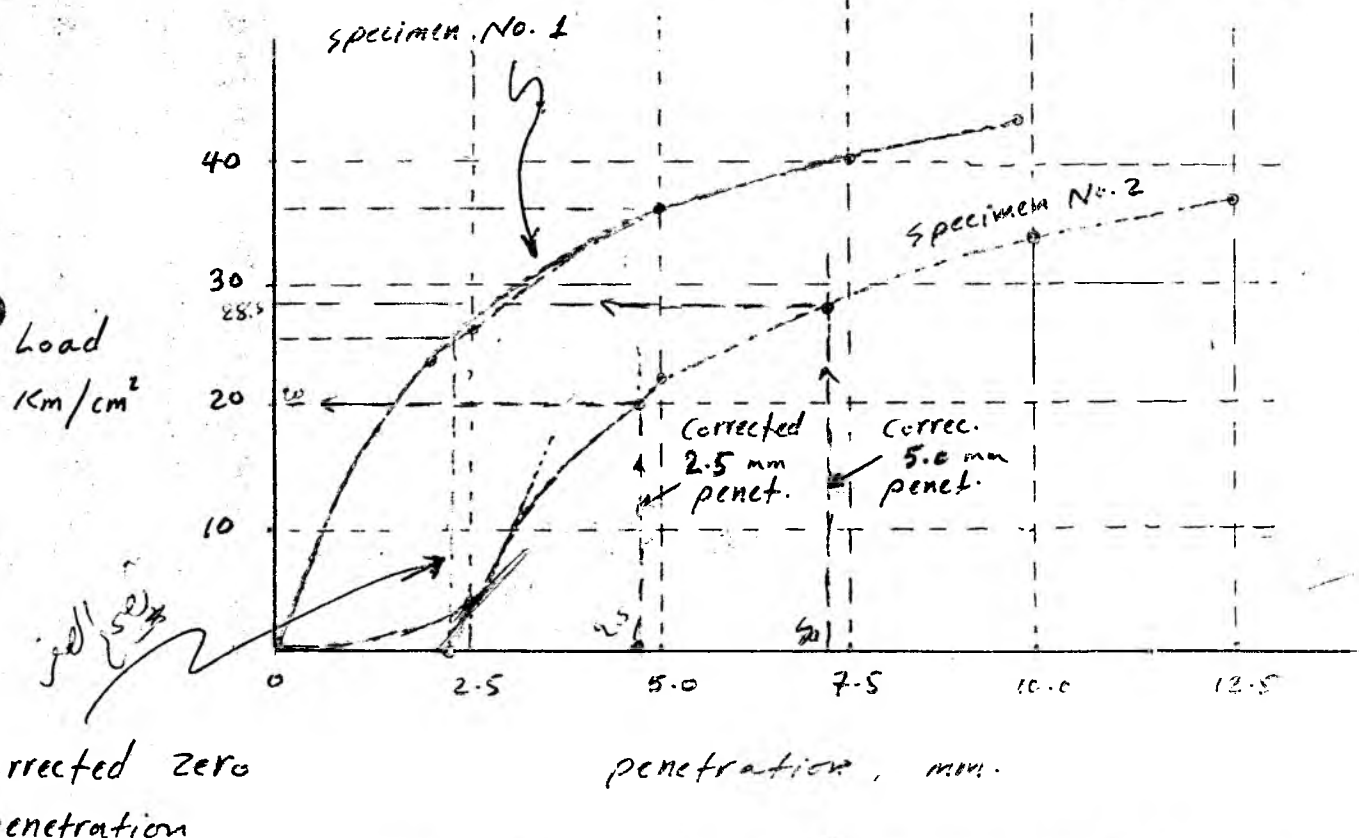
وتتم التجربة بعد ذلك العينة (تربة تمر من تحت ٥ ملم بمعدته مقفه ٤.٦٤ سم (٤ مم) ومثبت ٩.٥٤ كغم (١٠ يادرس) تدل ٥٥ دفعه وارتفاع صبروط المظروفه ٩.٥٨ سم (١٨) وذلك لانها كثافته جافه باستدل

كمية المياه الاعماليه

	Size	Weight Hammer	No. of Layer	Height of drop	No. of blows	rate of load
AASHTO or B.S.	5x6"	5.5 lb	3	12"	55	
Modified AASHTO	5x6"	10 lb	5	18"	55	1.25 mm/min
B.S.	5x6" (5x12.5 cm)	2.6 kg	3	31 cm	56	

Surcharge weight = 2.5 → 5 kg

ومن طريق هذه المكعب بحجم 150 مم / 150 مم - يتم تسجيل الحمل عند غزق مقداره 2.5 مم و 5.0 مم .
 ثم يتم وزن المكعب بعد ذلك ويحسب وزن قعره من وزن المادة الجارية
 تجفيفها ونقل صلا القعر يعاد حسابه الرصف المنظر فوق هذه المادة في
 الطبيعة وتؤخذ قراءات عند اختراق الإبرة 2.5 مم ، 5.0 مم ، 7.5 مم ، 10.0 مم ، 12.5 مم
 10. - 15.0 مم ويتم نسيبة النسبة على معني بين الحمل (كغم/سم) والغزق
 (سم) وتيارات مع معني ثابت للجهاد مكره تؤخذ كحساس قياسي standard
 من مخرج بالاسفل أدناه :



« Load-penetration curve in CBR test. »

* من المعنى المكعب النموذج رقم (2) :

2.5 mm penetration :
 Corrected CBR = $\frac{20}{70} \times 100 = 28.6 \%$
 5.0 mm penetration :
 Corrected CBR = $\frac{28.5}{105} \times 100 = 27.1 \%$
 $\therefore \text{CBR} = 28.6 \%$ (at 2.5 mm pen.)

الغزق المحسوب بعد التصحيح
 النسبة الثابتة من الحمل
 لثقل الغزق

$$\text{CBR} = \frac{\text{الغزق المحسوب بعد التصحيح}}{\text{النسبة الثابتة من الحمل لثقل الغزق}}$$

 at 2.5 mm load 1320 kg
 at 5 mm standard 2055 kg

باعتبار ان CBR للوحده المكعبه القياسية هي (70) لثقل الغزق 2.5 مم ،
 (105) كغم/سم الغزق 5 مم وكذا مخرج في الجدول أدناه :

يذكر أدناه بعض البيانات الخاصة بتجربة CBR من الاختبار المذكور القياسي
(معدل عدة تجارب عند كل مندرج مختلفه من الاختبار المذكور).

مقدار الاختراق (الغزة) ملم	الحمل القياسي (كغم)	معدل الحمل القياسي (كغم / سم ²)
٢,٥	١٢٧٠	٤٠
٥,٠	٢٠٥٥	١٠٥
٧,٥	٢٦٢٠	١٢٤
١٠,٠	٣١٨٠	١٦٢
١٢,٥	٤٦٠٠	١٨٢

تحت قوته الـ CBR عند اختراق ٢,٥ ملم إذا كانت قيمة CBR عند
٥ ملم أكثر من عند ٢,٥ ملم يجب المادة التجربة فإذا كانت
النتيجة واحدة تحت الـ CBR عند ٥ ملم عند ٢,٥

$$\text{الحمل النسبي CBR} = \frac{\text{الحمل النسبي للاختراق ٢,٥ ملم للتربة عند التجربة}}{\text{الحمل النسبي للاختراق ٢,٥ ملم لحدوث معينة}} \times 100$$

والحدوث المعينة هي من الاختبار المذكور كما سبق ذكره.

وعندما يزداد مقدار حث أو مضطرب جديره يرتفع الضغط الواقع عليه
تبل عمل تجربة القياس في الماء لمدة أربعة أيام وذلك للاعتناء حيث ان زيادة
نسبة المياه في التربة له تأثير كبير على الضغط بعد الاختبار.

CBR at 2.5 mm

1) CBR at 5 mm > at 2.5 mm تعاد التجربة

أو العكس 2.5 mm < 5 mm تؤخذ قيمة CBR في الـ 5 mm

The CBR test is conducted in general as follows :

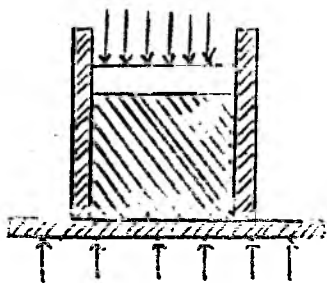
(step-1) - Disturbed samples of the soil, at different moisture contents, are compacted in 3 layers by static load or impact hammer into cylindrical steel molds 6" x 8" (15 cm ϕ 18 cm h.) the resulting specimen depth is about 5" (12 cm). The 5.5 lb hammer for the AASHTO standard density test is used in the impact method.

(step-2) - The moisture - density curve is plotted, and the sample with greatest dry density is selected.

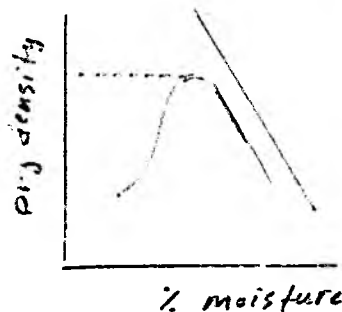
(step-3) - The specimen, still in the mold, is immersed in water and soaked for 4 days to simulate saturation that may occur in service. Expansion of the specimen from soaking is measured.

(step-4) - A small cylindrical piston, 3 in. sq. in end area, is forced into the still-confined test specimen. Load-deformation data are gathered as the specimen is penetrated. Usually the piston passes through a surcharge ring weighing 10 lb or more which provides confinement for the material and simulates the effect of overlying pavement and base.

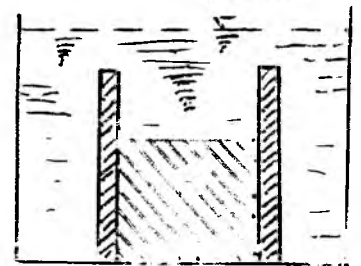
$$CBR = \frac{\text{Load carried by test specimen @ 0.1" piston penetration}}{\text{Load carried by standard crushed rock base @ 0.1" pis. penet.}} \times 100$$



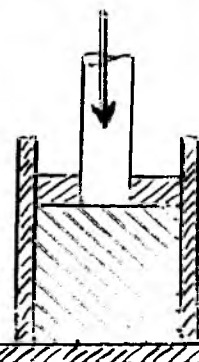
Step-1. Compact by static impact



step-2.
max. density



Step.3
Soak



step-4

loading

دستور العمل

Embankments P.620

الجور

An important consideration in placing embankments is to compact them sufficiently to avoid subsequent settlement with resulting pavement failures and costly maintenance granular materials, sand and gravel, usually compact readily under rolling although vibration is sometimes desirable.

Fine materials particularly those with over 55% passing No. 200 sieve require special treatment.

For these soils there is an optimum m.c. at which the greatest density can be obtained for a given compactive effort.

A proctor method is used to determine the o.m.c. for maximum density of a soil when compacted in a $\frac{1}{3}$ c.ft. cylindrical mold. specifications require that soil in fills be compacted to 90, 95 or 100 per cent of max. dry density found by test, depending upon height of fills and nature of soil.

Formerly many fills, whether of rock or earth, were constructed to full height at one time by "end dumping" from the transporting vehicle. In this procedure the material slides or rolled into place down the face of the progressing fill. No attempts were made to control moisture content or to secure compaction. It was anticipated the such fills would settle for some time and that initial pavement, if any, was a flexible sort that would not be damaged by differential settlement. Construction of permanent pavement ~~for~~ over high fills often was deferred for a year or more after completion of the fill to allow this settlement to occur.

In the 1930's engineers found that superior embankments could be constructed by spreading the material in relatively thin layers and compacting it at a moisture content close to optimum.

The improvement resulted largely because greater density was obtained, which resulted in higher "strength" in the soil mass and in decreased settlement and rutting. Layered construction also produced greater uniformity in the material itself and in its density and moisture content.

By contrast, in fills constructed by end dumping or by placing in thick layers, materials, density, and moisture content could vary greatly from one spot to another.

As of today, it can be said that highway engineers agree that proper embankment construction requires that the soil be spread in layers, moistened or dried to something near an optimum moisture content, and compacted.

لجود الترابية

Embankments ^{لجود الترابية} هو ذل التربة التي يرفع بها الطريق لرفع مستواه
 ان منسوب سطح الاساس يعتمد سادته من مادة الكف في المناط السابقه
 او اللاحقه له او من الاراضي المجاوره او من التربة المستولىه . ويترتب عن
 الجسر على عمود كثيره من القربا ^{من} سطح الرصف ^{من} العرض ^{من} الارض . ويحدد
 الارتفاع النهائي للجسر بالفوق بين منسوب سطح الاساس ومنسوب الارض
 الصفيه .
 تتوقف الميلا الجانبيه للجسر على مواضع المداد المكونه له . ويكمن الاستمرار
 في المقام التالي

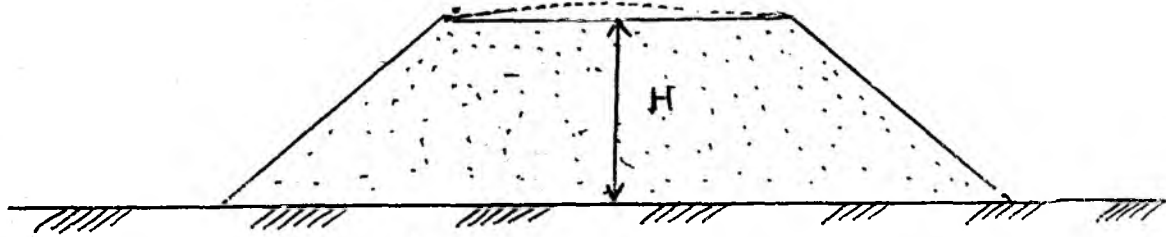
- أ - ارتفاع الجسر لا يتجاوز 6 متر - الميلا الجانبيه 4 : 3
- ب - ارتفاع الجسر اكبر من 6 متر ولا يتجاوز 12 متر .
- ج - الميلا الجانبيه له 6 متر العليا 3 : 4
- د - الميلا الجانبيه للكثفه تقل الى 6 متر العليا

جـ - ارتفاع الجسر أكبر من 12 متر .

- المرد الكاسية لـ 6 متر العليا ٢:٤

- التايه ٢:٤ ٢:٤ ٢:٤

- المنطقه الخلد لـ ١٤ متر العليا ١:٢



~~Elevation of road bed on an embankment~~

Selection of Embankment Materials :

* ليس للمهندس العرفن الحريه المطلقه في اختيار مواد الردم ، بل ان الوجهه الاقتصاديه والامكانيات المحليه لها شأن هام في تحديد التربه التي ستقدم في الردم . وتفرأ لادم العرفن عشر صفات لريده مقابل السعر تختلف من التربه نحل المهندس اختيار انسبها واقلها والاستفاده منها لدفع الكود في اعمال الردم .

دستاد مادة من التربه الناتجه من القطوع **Cuts** في انشاء الجسود **السد** **الم** يجب رسم فاسيتها مطلقاً لاعمال الردم .

* شرط في مواد تربه الردم الآتي :

١. وجود قوى تماسك وتكون احتكاك بين جسيماتها وذلك لضمان ثباتها فاذا كانت تدرج التماسك بين جسيمات التربه ضعيفه او معدومه كالتة الرمل فانها تكون عرضة للانزلاق والتفكك بعد مياه الامطار

٢. امتلاك الترسون بكتافه التربه الى قدر مناسب عنه ا-- تتسارعها ودورها بالفرق الامور
٣. تلة في بلديتها لانخفاضها Low Compressibility تفكك لغيره انقضا Consolidate التربه ذات التماسك الكبيره لانخفاضها وما يؤديه استمر انضغاطها بارتفاع الطريق للمرور من ردم انتظام استواء سطح الرصف .

A-1 is highly desirable

A-2 generally suitable

A-3 good with special compaction

A-4 satisfactory with certain conditions

A-5 low height of fill, careful control of compaction, w.c. might be expected

elastic Soils

A-5, A-7 are reduced

وتنبت ان يكون عتايه خاصه بارتفاعها والاعمال

AASHTO recommendations for minimum densities of embankments and subgrades from the 1971 (specifications for Highway materials) are given in table below, it might be generalized that they represent a rough averaging of current requirements for density.

Recommended minimum requirements for compact of Embankment & Subg.

class of soil (AASHTO M145-731)	Minimum relative density requirement.		
	Embankments		subgrade
	under 50 ft high 15m	over 50 ft high 15m	
A-1, A-3	95	95	100 good sbg
A-2-4, A-2-5	95	95	100
A-2-6, A-2-7	95	x	95
A-4, A-5, A-6, A-7	95	x	95 elastic soil red soil and loess

For example, the AASHTO recommendation for minimum embankment compaction is 95% of the AASHTO standard. The Illinois Division of highways under some circumstances accepts 90 or 93% of this standard.

The California division of highway specifies a minimum of 90% measured by its own compaction device.

Compaction.

1. Introduction.
2. water content and density of soil.
3. Laboratory tests.
4. Methods of Compaction.
5. Compaction equipments.

1. Introduction:

Compaction of soil is the process whereby soil particles are constrained to pack more closely together through a reduction in air voids, generally by mechanical means. The object in compacting soil is to improve its properties, and in particular to increase its strength and bearing capacity, reduce its compressibility and decrease its ability to absorb water due to reduction in volume of voids. Due to above reasons, tendencies for volume change i.e. shrinkage and swell are reduced and the soil mass becomes more uniform and less susceptible to differential settlement. Due to compaction, resistance to frost action is generally increased since heat and moisture transfers are retarded.

* التجميع الذي للتراب (الانضغاط) فيه عملية ميكانيكية هدفها تقليل الفراغات الهوائية بين ذرات التربة (particles) وزيادة كثرة جوارحها بزيادة قوة ثباتها strength ^{وتقليل} قابلية التربة لعملية الانضغاط.

* التربة تتفاعل مع انواع مختلفة من التربة استناداً الى التباين المائي الذي يعمل عليها (الخصائص الميكانيكية والكيميائية) وعليه فمعدل تغير معدل هبوطها وكيفية الاستجابة لها. حيث ان عملية ذلك التربة (compaction) تؤدي الى زيادة الجهد الذي تتحمله التربة (Subgrade) اذ هي من الجهد والحداد

حيث ان ذلك يساعد على تقليل معدل هبوطها وطبقة الرصف في اعمال الطرق وسفاد على زيادة احمال المركبات وزيادة سرعتها وتقليل مصاريف صيانة الطرق.

لا بد من اتقاء العرق الزاوية اذ كنهه منية طينة ماتت الاساس للوق
(Sub grade) حسب الاصول السليمه حتى لا ينفذ التآكل الكبر مرة
افله منه كثير العرق.

Compaction is measured quantitatively in terms of dry density of the soil. i.e. weight of soil solids per cubic meter of the soil in Bulk. The moisture content of the soil is the weight of moisture present expressed as a percentage of the weight of dry soil, and dry density is thus determined from the Bulk density of the soil by deducting the weight of the moisture present.

Important factors which influence the increase in the dry density of soil produced by compaction are moisture content and the amount as well as method of application of the compactive effort. With a given amount of compactive effort there exists for each soil, a moisture content at which maximum dry density is obtained. This moisture content is known as optimum moisture content.

2. Water Content and density of Soil.

For a particular soil type and compactive effort, as the water content of compaction increases from a low level, the achieved dry density will increase as well. Soon, however, a point is reached where increasing water content has an adverse effect, causing dry density to decrease. Thus, there is an OPTIMUM WATER CONTENT at which a MAXIMUM DRY DENSITY may be reached for each type of soil and compaction.